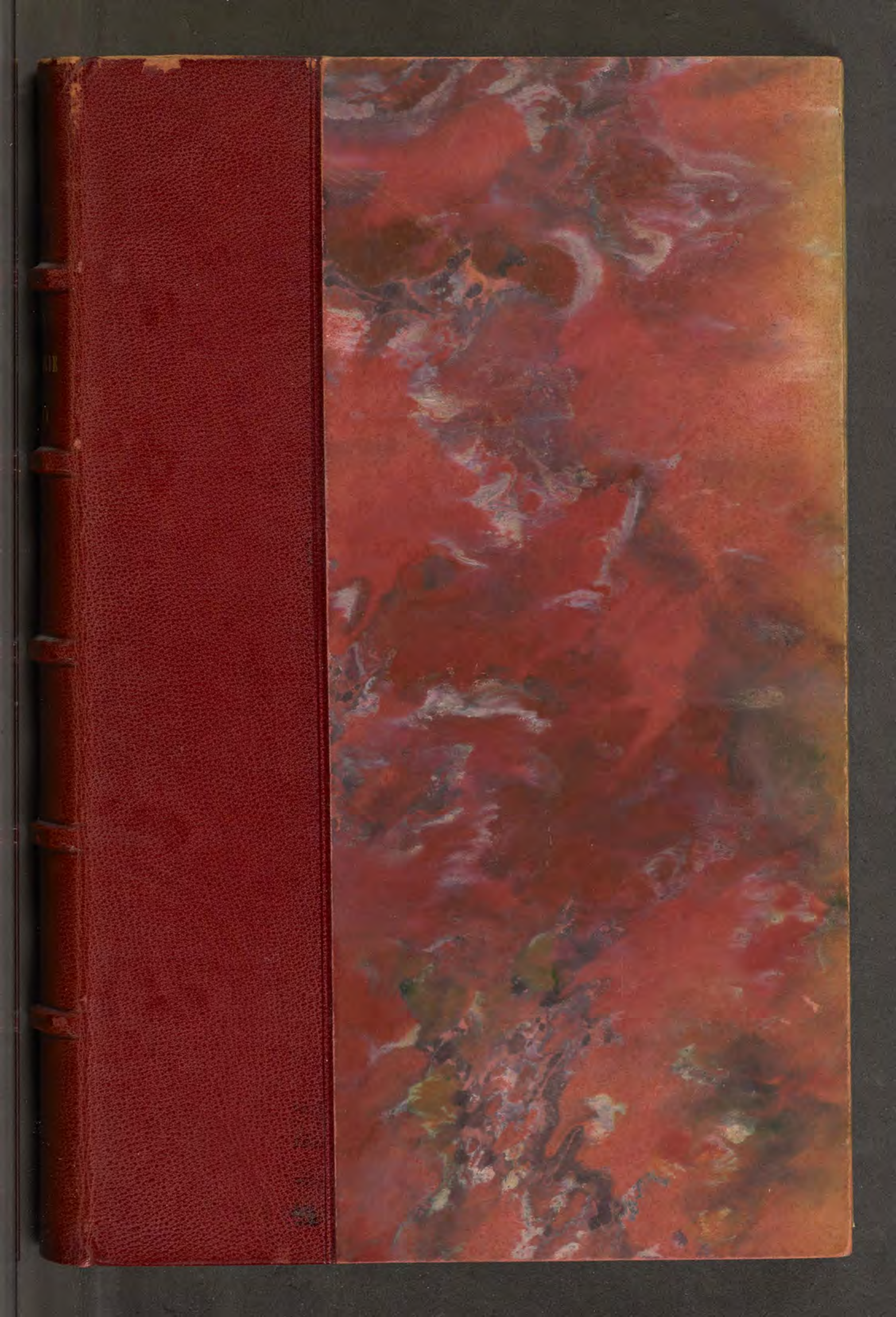
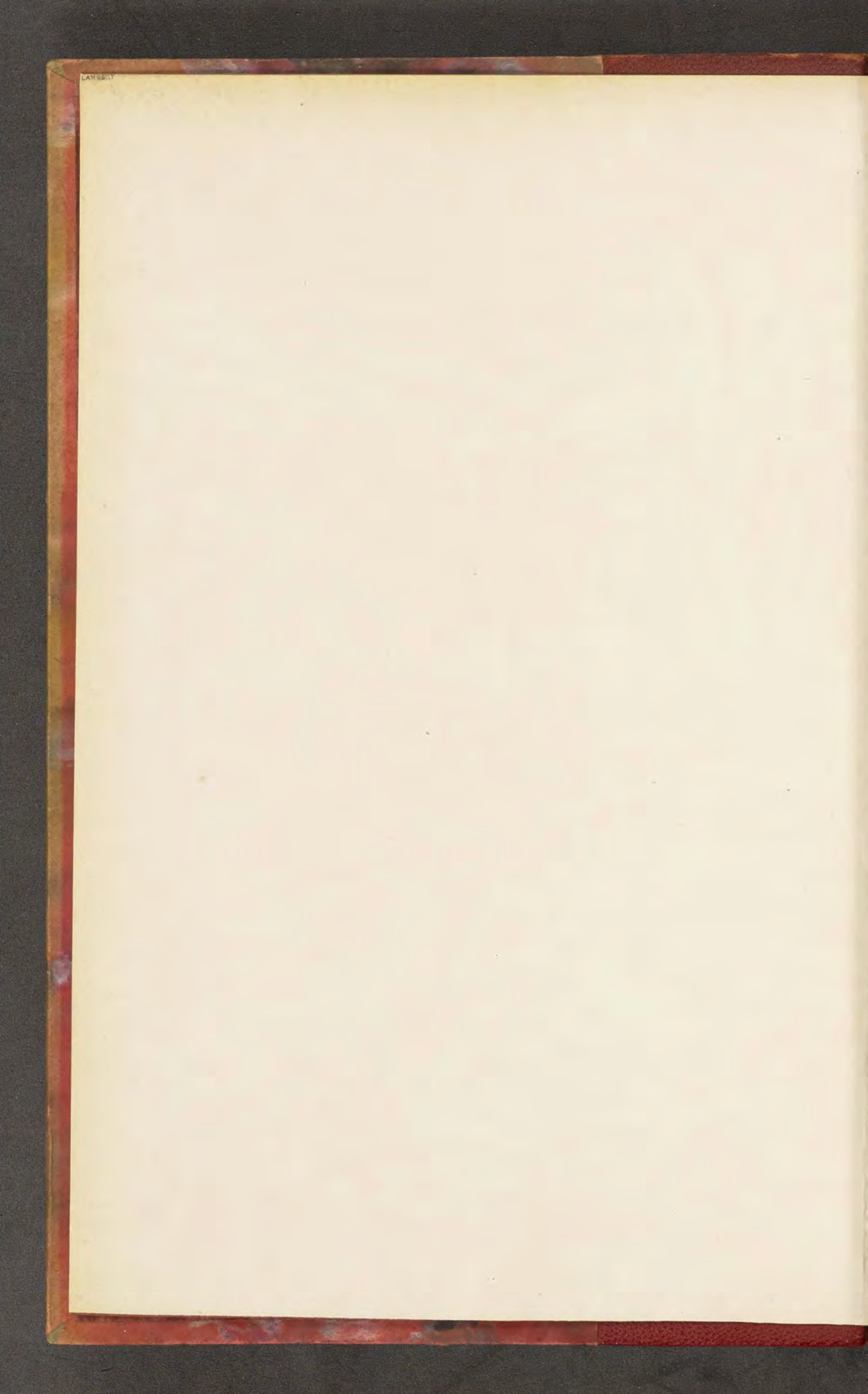



OF·GEMS·&c
GEM·CUTTING
GEMSTONES·OF·NORTH·AMERICA·PROSPECTING·FOR·GEM
STONES·AND
MINERALS
MINERALOGY·EMERALD·AND·OTHER·BERYLS·CATALOG
EX LIB-RIS
JOHN SIN KAN KAS





A. LACROIX
Professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME DEUXIÈME

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, BAUDRY ET Cie, ÉDITEURS
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21
—
1896-97

MINÉRALOGIE

DE

LA FRANCE

Le présent volume a été publié en deux fascicules, parus le premier (pages 1 à 352) en septembre 1896, le second en décembre 1897.

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS

A. LACROIX
Professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME DEUXIÈME

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, BAUDRY ET Cie, ÉDITEURS
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21

1897

A. LACROIX
Professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME DEUXIÈME
(1re PARTIE)

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, BAUDRY ET Cie, ÉDITEURS
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21

1896

TABLE DES MATIÈRES

MINÉRALOGIE

DE

LA FRANCE

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS.

A. LACROIX
Professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME DEUXIÈME

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, BAUDRY ET Cie, ÉDITEURS
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21

1896

INTRODUCTION DU TOME II

Lorsqu'il y a trois ans, j'ai entrepris la publication de ma *Minéralogie de la France et de ses colonies*, j'avais un double but.

Je me proposais tout d'abord d'étudier en détail et à tous les points de vue les minéraux antérieurement signalés dans notre pays, en y ajoutant ceux que j'y ai trouvés moi-même en très grand nombre. La comparaison des documents publiés dans mon premier volume, avec ceux qui sont donnés dans les ouvrages récents les plus complets, ne laissera, je l'espère, aucun doute dans l'esprit de mes lecteurs, sur l'exactitude de l'opinion que je formulais en 1893 relativement aux causes de la pauvreté minéralogique, tout apparente, du territoire français. Je ne doute pas que la lecture de la fin de mon livre ne confirme encore cette première impression.

D'autre part, dans tous les traités de minéralogie publiés jusqu'à présent, les minéraux sont surtout étudiés au point de vue de leur propriétés intrinsèques. Je ne crois pas que l'on ait cherché, dans aucun ouvrage d'ensemble, à déterminer d'une façon méthodique toutes les conditions de gisement des espèces minérales et à passer en revue les formes sous lesquelles ces espèces se présentent dans chacun d'entre eux. De plus, l'étude

des minéraux considérés comme éléments de roche est toujours systématiquement reléguée dans des ouvrages spéciaux.

C'est un travail de détermination de *toutes* les conditions de gisement des minéraux d'un grand pays qui constitue la seconde partie de mon plan. Ayant moi-même visité la plupart des régions dont je parle, il m'a été possible d'apporter sur cette question de nombreux documents nouveaux et une réelle précision dans leur examen.

J'espère que les efforts que j'ai faits dans cet ordre d'idées ne seront pas perdus et montreront — ce qui semble presque oublié en France — que l'étude des questions rattachant la minéralogie à l'histoire naturelle n'est pas sans offrir quelque intérêt général et mérite mieux que l'intérêt restreint qu'on lui accorde généralement. La minéralogie ainsi comprise cesse d'être une simple annexe des sciences mathématiques et physico-chimiques pour former une science ayant sa raison d'être en elle-même et éclairant de nombreuses questions géologiques.

L'exécution de ce plan m'a entraîné plus loin que je ne le pensais tout d'abord. A l'origine, je comptais pouvoir traiter tous les *Silicates et Titanates* dans un premier volume et en consacrer un second aux autres classes de minéraux. L'abondance de matières me force à réserver la moitié du tome II à la fin de l'histoire des Silicates et Titanates et à augmenter mon ouvrage d'un volume.

La plupart des personnes qui m'ont aidé de leurs communications pour mon premier volume ont bien voulu les continuer; je tiens à leur en témoigner ma reconnaissance, ainsi qu'à tous ceux qui depuis lors m'ont procuré de nouveaux documents, et parmi lesquels je citerai : MM. Bouhard, Berthier, Carnot, Gaubert, Gentil, Mourgues, Tirlet, Vernières, et tout particulièrement M. Nentien.

Paris, 2 janvier 1896.

A. LACROIX.

MINÉRALOGIE DE LA FRANCE

SILICATES ET TITANATES

MÉTASILICATES

(*Suite*)

LEUCITE

K Al Si^2 O^6

Pseudocubique.

Formes observées. a^2 (211) (fig. 2).

Macles. (Voir à *propriétés optiques*).

Clivages. Clivages b^1 (110) peu nets. Cassure inégale.

Dureté. 5,5 à 6. Fragile.

Densité. 2,45 à 2,50.

Coloration et éclat. Blanche, grise. Transparente ou translucide.

Inclusions. La leucite présente souvent des inclusions (inclusions vitreuses, inclusions d'augite, de magnétite, etc.) distribuées d'une façon régulière (fig. 1) en zones concentriques parallèles à ses contours extérieurs. Tantôt ces inclusions sont bien individualisées; tantôt, au contraire, elles forment des couronnes concentriques continues.



Fig. 1.
Cristaux de leucite dessinés d'après des lames minces et montrant les inclusions d'augite et de verre régulièrement distribuées (leucotéphrites d'Algérie).

Propriétés optiques. La leucite, pseudocubique à la température ordinaire, devient rigoureusement cubique à partir de 500° (Klein, Penfield, Rosenbusch). La biréfringence est faible, mais souvent appréciable en lames minces. La structure intime se traduit par l'existence

de lamelles hémitropes croisées à angle droit dans les sections parallèles à p (001), à 60° et à 120° dans les sections parallèles à l'octaèdre et aux faces du dodécaèdre. On peut avec M. Klein interpréter ces propriétés en admettant que la forme cubique extérieure est produite par l'interpénétration de trois cristaux rhombiques maclés suivant b^1 (110); les trois individus constitutifs peuvent être inégalement développés, et même un seul cristal peut prédominer, renfermant des bandelettes qui correspondent aux deux autres orientations. La bissectrice positive n_g est perpendiculaire à une face p (100) ; l'écartement des axes est petit.

La réfringence et la biréfringence sont très faibles.

$$\mathbf{n}_g = 1{,}509 \text{ (Dx.)};$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}508 ;$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}001.$$

Composition chimique. La formule donnée plus haut correspond à la composition suivante :

SiO^2.....	55,0
Al^2O^3....	23,5
K^2O.....	21,5
	100,0

Essais pyrognostiques. Infusible au chalumeau. Avec l'azotate de cobalt, donne la couleur bleue de l'alumine. Décomposée par l'acide chlorhydrique sans faire gelée.

Altérations. La leucite est fréquemment transformée suivant deux modes différents.

1° Transformation en zéolites (analcime, christianite). Ce genre de pseudomorphose est fréquent dans les roches leucitiques tertiaires ou modernes.

2° Transformation en feldspath. Ce mode d'altération est réalisé dans les leucotéphrites carbonifères dont il sera question plus loin. La leucite y est entièrement transformée en petites lamelles d'albite, associées à quelques paillettes micacées : dans d'autres régions, le feldspath produit est de l'orthose.

Diagnostic. La leucite peut être confondue avec l'analcime, qui possède les mêmes formes géométriques et présente des phénomènes de

biréfringence analogues. Le meilleur procédé de diagnostic consiste à chauffer au rouge le minéral ou la roche qui le renferme ; l'analcime devient opaque et dégage de l'eau, alors que la leucite reste transparente. Les essais microchimiques montrent le potassium dominant dans le cas de la leucite, le sodium dans celui de l'analcime. Enfin ce dernier minéral fait gelée avec les acides et possède une densité plus faible (2,22 à 2,29).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La leucite se rencontre exclusivement dans les roches éruptives. J'ai à la considérer dans les deux catégories de roches suivantes :

1° Dans des roches volcaniques, comme élément essentiel;

2° Dans un basalte feldspathique, comme élément anormal.

1° *Dans les roches volcaniques, comme élément essentiel.*

Plateau Central. — La leucite n'existe dans aucune roche volcanique tertiaire ou pleistocène du Plateau Central. Jusqu'à ces derniers temps, la leucite a été regardée comme l'apanage exclusif de quelques roches volcaniques tertiaires, pleistocènes ou récentes. Depuis peu, on a découvert au Brésil, dans l'Arkansas, en Sibérie, des roches leucitiques antétertiaires. Nous avons, M. Michel Lévy et moi, décrit récemment une roche de ce genre provenant du Mâconnais (*B. C. F.* n° 45. 1895) ; ce gisement est fort remarquable, eu égard à l'extrême rareté de ce type de roche ancienne.

Saône-et-Loire. Entre les hameaux de La Place et des Cours près Clermain, se trouvent, à la base des tufs porphyriques du Culm et parfois entre les tufs et les schistes à empreintes végétales (*Sagenaria, Stigmaria, Sphenopteris dissecta*), des *leucotéphrites* et des *porphyrites micacées* ainsi que des brèches de ces deux roches, comprenant probablement les débris d'une ancienne coulée.

Fig. 2.
Trapézoèdre de leucite.

Les leucotéphrites sont compactes, d'un gris verdâtre foncé, rappelant celui des phonolites. A l'œil nu, on distingue de grands cristaux de pyroxène et des trapézoèdres blancs de leucite à arêtes vives (atteignant 2^{mm} de diamètre). Au microscope, on con-

state qu'avec ces minéraux il existe de l'apatite, de la biotite, disséminées dans un magma formé de microlites d'augite, d'oligoclase (?) et d'une grande quantité de trapézoèdres de leucite.

Les grands et les petits cristaux de leucite sont complètement transformés en albite accompagnée de paillettes de biotite, de grains d'épidote et d'aiguilles microscopiques d'actinote.

Algérie. — *Oran.* L'existence de roches à leucite a été signalée pour la première fois par M. Vélain à l'île de Rachgoun, à l'entrée de la Tafna. Des leucitites et des néphélinites y sont, d'après lui, recouvertes par des coulées basaltiques.

MM. Curie et Flamand (*Les roches éruptives d'Algérie*, 1890) ont décrit des leucotéphrites dans les falaises à l'ouest de Nemours et aux environs d'Aïn-Témouchent (Djebel-Guerrien, Djebel-Afsa, tuilerie d'Aïn-Tolba). M. Gentil, qui a récemment exploré cette région, a rapporté et m'a communiqué de beaux échantillons de ces roches. Celle du cratère du lac Ben-Ganah renferme des cristaux de leucite riches en inclusions régulièrement distribuées.

Madagascar. — En examinant la collection de roches rapportées au Muséum par M. Catat, j'ai trouvé (*Les encl. des roches volc.* 536) une leucitite néphélinique à olivine provenant du mont Tsiafajavona (prov. d'Imérina). Elle est formée par de grands cristaux d'olivine et d'augite englobés dans un magma constitué par de gros microlites d'augite et de leucite avec beaucoup de magnétite et de biotite. Cette roche, qui a l'aspect extérieur d'un basalte, renferme de petites ségrégations formées par de la leucite et de l'augite grenue, avec un peu d'ægyrine, de sodalite et d'orthose.

Nosi-Bé. — M. Vélain a bien voulu me communiquer une intéressante roche à leucite recueillie par le Dr Cassien en 1882, à Ankoronkarany, sur la côte occidentale de l'île : il l'a brièvement signalée antérieurement (*C. R.* LXXXIII. 1205. 1876). L'échantillon étudié offre la plus grande analogie avec les leucophonolites du Kaiserstuhl. Des trapézoèdres nets de leucite zéolitisée, atteignant 4^{mm} de diamètre, sont engagés dans une pâte d'un gris verdâtre. Au microscope, on constate que les grands cristaux de leucite accompagnés par des rhombododécaèdres de grenat mélanite (brun à structure zonée) et de l'augite verte, de l'apatite sont englobés dans un magma microlitique essentiellement formé par de la leucite, de l'augite et des microlites feldspathiques (orthose et oligoclase). La roche renferme de l'ægyrine et de la calcite secondaires.

2° Dans un basalte, comme produit de formation anormal.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* J'ai trouvé une veinule de leucite formée dans le basalte des plateaux qui couronnent la Banne d'Ordenche (*C. R.* CXIII. 751. 1891. et *Les encl. des roches volc.* 73. pl. III. fig. 5). L'échantillon que j'ai examiné renferme deux traînées blanches de leucite ayant environ 1^{mm} d'épaisseur et 5^{cm} carrés de surface. La leucite, sans formes distinctes, moule les parois du basalte ; par places, elle est séparée de celui-ci par du feldspath triclinique et de l'orthose aplatis suivant g^1 (010) et groupés en rosettes. Il existe en outre un peu de pyroxène, de biotite et de magnétite englobés dans la leucite ou la moulant. La formation de tous ces minéraux est donc contemporaine.

La leucite et les feldspaths sont criblés de longs cristallites de pyroxène. Au microscope, il est facile de constater, dans cette leucite, les macles et les propriétés optiques caractéristiques de ce minéral.

Il est extrêmement remarquable de voir la leucite se former ainsi localement dans un basalte normalement dépourvu de cette substance.

La structure de la veine leucitique semble indiquer une formation par voie ignée. D'autre part, l'acidité des feldspaths, plus grande dans la veine leucitique que dans le basalte, l'existence dans celle-ci de minéraux n'existant pas dans cette roche, prouvent un apport de matière étrangère. Il est probable que la leucite et les minéraux qui l'accompagnent sont le résultat de la transformation d'une enclave acide incomplètement résorbée et étirée par suite de la fluidalité de la roche. La structure des feldspaths est, du reste, celle que l'on observe souvent dans les enclaves acides en voie de recristallisation au milieu du basalte. Cette hypothèse est rendue vraisemblable par l'abondance d'enclaves énallogènes dans le basalte de cette région et par celle d'un fragment de diabase englobé dans l'échantillon même de basalte étudié.

Une des veines leucitiques montre à l'œil nu, dans sa cassure, une surface blanche irrégulière, comme scoriacée, couverte de petits octaèdres de spinellides et de lamelles de biotite.

BÉRYL

$Gl^3 Al^2 Si^6 O^{18}$

Hexagonal.

$b : h = 1000 : 498,838$. (Dx).

$[a : c = 0,49884]$

Formes observées. p (0001), m (10$\bar{1}$0), h^1 (11$\bar{2}$0), h^2 (21$\bar{3}$0), a^1 (11$\bar{2}$1), b^1 (10$\bar{1}$1), b^{14} (1.0.$\bar{1}$.14), $a_2 = (b^1 b^{1/2} h^1)$ (21$\bar{3}$1).

Lx : mesures prises sur les cristaux de La Villeder ;

Lx′ » » sur un cristal des environs de Chanteloube.

	Angles calculés	Angles mesurés
mm	120°	
$m h^1$	150°	
$m h^2$	160°54′	
$h^1 h^2$	169° 6′	
$h^2 h^2$ sur h^1	158°13′	
$m a_2$ opp.	129°12′	129°10′(Lx′)
$m a^1$ sur $b^{1/2}$	90°	
$a_2 a_2$ sur m	148°14′	148°10′(Lx′)
$a_2 a_2$ sur h^1	161°49′	

	Angles calculés	Angles mesurés
*$p a^1$	135° 4′	135° 2′ (Lx.)
$p b^{14}$	177°39′	177°53′ (Lx.)
$b^{14} m$	92°21′	
$p b^1$	150° 3′	149°55′ (Lx.)
$b^1 m$	119°57′	120° 5′ (Lx.)
$p m$	90°	
$p a_2$	123°16′	123°12′(Lx′)
$p h^2$	90°	

	Angles calculés	Angles mesurés
$a^1 a^1$ adj.	138°38′	
$m a_2$ adj.	142°11′	142°20′ (Lx′)
$m a^1$ adj.	127°43′	127°53′ (Lx)
$m b^1$ s. a^1	104°27′	104°35′ (Lx.)
$a_2 a^1$ adj.	165°31′	
$a^1 b^1$ adj.	156°44′	156°42′ (Lx.)
$a^1 a^1$ sur p	104°34′	104°30′ (Lx′)
$b^1 b^1$ sur p	151° 6′	

Faciès des cristaux. Tous les cristaux de béryl des gisements français sont allongés suivant l'axe vertical et présentent la base. Ils sont parfois un peu aplatis suivant une face m (10$\bar{1}$0) ; les faces de la zone verticale sont quelquefois striées verticalement (fig. 1), d'autres fois elles sont ternes. Les faces du sommet sont généralement très brillantes, elles sont souvent dissymétriques comme dans les cristaux de l'Oural (Voir page 13).

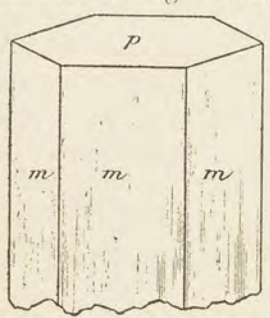


Fig. 1.
Cristal de béryl, strié verticalement.

Quelques cristaux du pont de Barost présentent une structure fibreuse très nette.

Déformations mécaniques. Les cristaux de béryl des pegmatites sont souvent brisés ; leurs fragments sont alors cimentés par du quartz. Dans la pegmatite

du parc de Montjeu, j'ai observé un cristal courbé en arc de cercle qui n'a subi aucune fracture (fig. 6), dans d'autres cas, il y a torsion hélicoïdale (fig. 10).

Clivages. Clivage *p* (0001) imparfait. Cassure conchoïdale ou inégale.

Dureté. 7,5 à 8.

Densité. 2,63 à 2,80; 2,690 b. de Miséri, 2,702 b. du pont de Barost, 2.719 b. de La Villeder, 2,73 b. rose de Madagascar (M. Damour).

Coloration. Incolore, jaune plus ou moins foncé, vert clair, vert bleuâtre (*aigue-marine*) à vert émeraude (*émeraude*), rarement violet ou rose. Poussière blanche.

Éclat vitreux. Transparent ou translucide.

Inclusions. Le béryl est généralement très riche en inclusions liquides à bulles parfois mobiles. Quelques cristaux de La Villeder sont absolument creux ou remplis par du quartz.

Propriétés optiques. Un axe *négatif* (n_p). J'ai mesuré les indices suivants par la méthode du prisme (lumière jaune).

	La Villeder (B. incolore)	Madagascar (B. rose)
n_g =	1,5785	1,5825
n_p =	1,5735	1,5761

$n_g - n_p$ = 0,006 en moyenne.

Le béryl présente fréquemment des anomalies optiques : une section basique est alors divisée en six secteurs biaxes avec souvent un centre uniaxe. Les cristaux de gisements français que j'ai examinés ne présentent pas ces phénomènes d'une façon régulière.

Les cristaux possédant une structure fibreuse (Chanteloube), examinés parallèlement à leur base, montrent parfois le phénomène de l'astérisme et du cercle parrhélique (échantillon communiqué par M. E. Bertrand).

Pléochroïsme. Le béryl est plus ou moins pléochroïque en lames épaisses;

	B. roses	B. jaunes	B. bleus	Émeraude
n_g =	incolore	jaune d'or	bleu verdâtre à incolore	vert jaune
n_p =	rose pâle	jaune rougeâtre	bleu	vert bleu de mer

Composition chimique. *a*) Composition théorique correspondant à la formule $Gl^3\ Al^2\ Si^6\ O^{18}$;

Analyses : *b*) du béryl de Chanteloube, par Vauquelin;

c) du béryl de Chanteloube, par Klatzo (*Jahrb. Chem.* 1216. 1889);

d) du béryl bleu de Charmoz, par M. Mrazec (Thèse. Genève. 1892. p. 42);

e) du béryl rose de Madagascar, par M. Damour (*B. S. M.* IX. 153. 1886).

	a)	*b*)	*c*)	*d*)	*e*)
SiO	67,0	67,4	67,78	63,64	66,56
Al^2O^3.....	19,0	16,1	17,58	19,19	18,66
FeO	»	»	0,27	»	»
FeO.	»	0,7	»	5,00	»
MnO.	»	»	»	»	0,21
GlO.......	14,0	13,3	13,72	9,94	12,47
MgO.... .	»	»	»	1,16	»
CaO	»	0,5	»	traces	0.06
Perte	»	»	»	1,07	2,30
	100,0	98,0	99,35	100,00	100,35

D'après MM. Penfield et Harper (*Am. J. of Sc.* XXXII. 110. 1886), un grand nombre de béryls renferment des alcalis (K, Na, Cs) ; celui de Limoges contient 0,73 de Na^2O.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, les cristaux transparents deviennent blancs et opaques, le béryl fond difficilement sur les bords en une scorie bulleuse. Les béryls riches en alcalis fondent plus facilement que ceux qui n'en renferment que peu. L'émeraude donne avec le borax les réactions du chrome. Inattaquable par les acides.

Altérations. — Kaolinisation. — Les cristaux de béryl se fissurent souvent, deviennent opaques, et, dans leurs fentes, se développe du kaolin. M. Damour a étudié des cristaux de La Vilate qui, tout en conservant leurs formes extérieures, perdent leur éclat, leur transparence et leur dureté ; ils sont alors constitués par une masse terreuse, douce au toucher, englobant des grains cristallins non altérés. Cette masse terreuse est formée par de la *kaolinite*, dont l'analyse a été donnée, tome I, page 462.

La transformation s'effectue le long des nombreuses fissures qui sillonnent le minéral. Quand la kaolinisation s'effectue par la périphérie des cristaux homogènes et non fissurés, on observe la production de très curieuses figures de corrosion sur les fragments non altérés et en général très limpides. Dans la zone prismatique, elles ont la forme de losanges très allongés suivant l'axe vertical. Sur la base, au contraire, le minéral est creusé de profondes cavités de corrosion très régulières et ayant la forme d'isoscéloèdres atteignant plusieurs millimètres suivant leur axe vertical.

Les cristaux ainsi altérés présentent fréquemment la forme de barillets représentés par la fig. 2.

Ce mode d'altération met en évidence la structure fibreuse de quelques cristaux de béryl, certaines fibres s'attaquant plus rapidement que d'autres.



Fig. 2.
Béryl corrodé en forme de barillet, extrait du kaolin (Pont de Barost). (Grandeur naturelle.)

Production de bertrandite. — Au lieu de cette kaolinisation produite par élimination de la glucine, le béryl de quelques localités françaises a donné naissance à de petits cristaux de bertrandite; ces derniers sont implantés directement sur le béryl non transformé (Chanteloube) ou occupent la place de cristaux hexagonaux disparus (La Villeder, Orvault).

Diagnostic. Le béryl a été souvent confondu, dans les roches, avec l'apatite, qui l'accompagne fréquemment et qui possède la même forme et la même couleur; la dureté plus forte et surtout la résistance à l'action des acides constituent un excellent diagnostic différentiel du minéral. L'apatite bleue de La Villeder, qui se trouve souvent dans les collections sous le nom de béryl, possède un clivage *très net* suivant la base, qui est également différentiel du béryl.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

J'étudierai successivement le béryl dans les gisements suivants :

1° Dans les filons stannifères associés à des granulites;

2° Dans les granulites et les pegmatites ;

3° Dans les micaschistes.

1° *Dans les filons stannifères.*

Bretagne. — *Morbihan.* Les plus beaux cristaux français de béryl proviennent des mines d'étain de La Villeder près de Roc-Saint-André.

Ces cristaux aujourd'hui assez rares atteignent parfois 4^{cm} suivant l'axe vertical; par leur limpidité et la netteté de leurs faces, ils peuvent rivaliser avec ceux de l'Oural. Je dois à l'obligeance de M. de Limur la plupart des cristaux que j'ai étudiés. Un de leurs caractères, presque constant, consiste en ce que toutes les faces de la zone verticale sont dépolies, alors que la base et les pyramides sont remarquablement bril-

lantes et limpides. Les cristaux transparents sont incolores, mais on rencontre dans ce même gisement des cristaux bleus ou bleu verdâtre, qui sont opaques ou faiblement translucides. On trouve souvent dans les collections, sous le nom d' « émeraude de La Villeder », de jolis cristaux transparents verts ou bleus d'apatite riches en faces, qui seront étudiés tome III. J'ai observé dans les cristaux transparents de béryl les combinaisons de formes suivantes : p (0001), m (10$\bar{1}$0) (fig. 1), $p\,m\,h^1$ (fig. 3), $p\,m\,a^1$ (fig. 13), b^1 (101$\bar{1}$) avec ou sans h^1 (fig. 4) et b^{14} (1.0.$\bar{1}$.14) (fig. 6). Ces faces sont souvent réduites à de très petites modifications; plus rarement, elles sont largement développées comme dans les cristaux de l'Oural (fig. 5). Les faces b^{14} sont toujours petites; les faces a^1 sont souvent bordées par de petites facettes arrondies (fig. 6), que je n'ai pu mesurer avec précision.

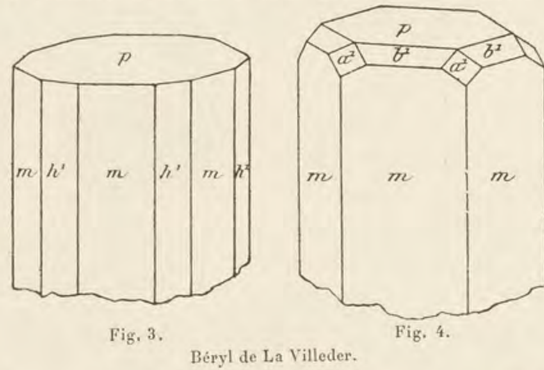


Fig. 3. Fig. 4.
Béryl de La Villeder.

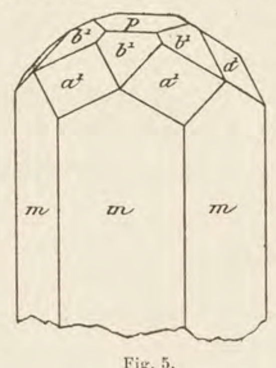


Fig. 5.
Béryl de La Villeder.

Ces cristaux transparents se trouvent dans les cavités du quartz, de la muscovite; ils sont parfois implantés avec apatite sur les cristaux de cassitérite; on les observe aussi fréquemment au milieu de masses lithoïdes de béryl, elles-mêmes engagées dans du quartz laiteux.

De beaux cristaux $p\ m$ translucides se trouvent aussi empâtés dans le quartz laiteux ou même dans une granulite à mispickel.

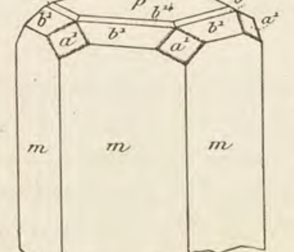


Fig. 6.
Béryl de La Villeder.

Les cristaux de La Villeder présentent souvent des particularités intéressantes. L'un d'eux montre à l'œil nu une division en six secteurs des plus nettes; je n'ai pu l'étudier au point de vue optique.

Il n'est pas rare de trouver deux cristaux accolés suivant une face m (10$\bar{1}$0); il y a fréquemment alors aplatisse-

ment des cristaux suivant leur face d'accolement. Souvent aussi les faces a^1 et b^1 de ces cristaux aplatis sont inégalement développées ; quelques-unes d'entre elles manquent même complètement : le cristal peut prendre des allongements variés et offrir alors une apparence très dissymétrique (fig. 7 et 8).

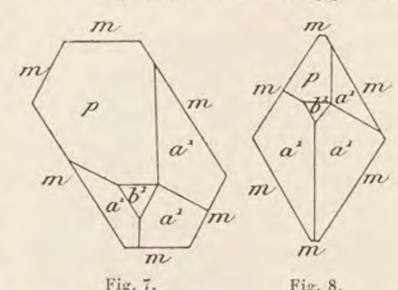


Fig. 7. Fig. 8.
Projection, sur la base, de deux cristaux de béryl à sommets dissymétriques (La Villeder).

Les cristaux de béryl transparents sont rares, relativement aux variétés translucides ou lithoïdes, qui abondent dans ce gisement. Celles-ci sont englobées dans le quartz fétide, plus rarement dans la granulite ; enfin, elles constituent de véritables roches avec de la muscovite et de la cassitérite.

J'ai trouvé à La Villeder des cristaux de béryl remplacés par de petits cristaux de bertrandite (Voir page 118 du tome I). Le béryl de ce gisement se transforme souvent partiellement en kaolinite.

Le béryl transparent de La Villeder, s'il avait été plus abondant quand la mine était encore exploitée, aurait pu être utilisé dans la joaillerie.

Loire-Inférieure. Le béryl a été rencontré en cristaux d'un blanc jaunâtre associé à la cassitérite de Piriac.

2° *Dans les granulites et les pegmatites.*

Le béryl est assez fréquent dans les granulites et pegmatites françaises ; il y est partout associé à de la tourmaline, du grenat almandin, du quartz, etc. Les plus gros cristaux sont engagés dans les pegmatites à grands éléments et particulièrement dans leur quartz. Beaucoup de gisements signalés autrefois dans le Plateau Central comme renfermant du béryl ne contiennent que de l'apatite.

Normandie. — *Orne*. Le béryl est très anciennement connu dans les granulites des environs d'Alençon et particulièrement dans celles des carrières de Pont-Percé et de Hertré. M. L. de La Foye a décrit ce gisement (*Mém. Soc. linnéenne du Calvados*, I. 215. 1824) ; il y a trouvé dans la granulite une fissure de 12^m de large sur 1^m de haut entièrement tapissée de rosaces de cristaux de béryl, atteignant jusqu'à 8^{cm} de diamètre. Chaque rosace était constituée par des

aiguilles d'un jaune de miel foncé partant d'un centre. Quelquefois ces cristaux étaient transparents et non fendillés. Les cristaux terminés étaient très rares : il n'était guère possible d'en isoler d'entiers. Je dois à l'obligeance de M. Le Tellier un échantillon de béryl blanc grisâtre présentant ces groupements bacillaires, dont le Muséum possède quelques bons spécimens ; ils sont englobés par de la granulite à grains fins (fig. 9). Les carriers les désignent sous le nom de « Saint-Sacrement ».

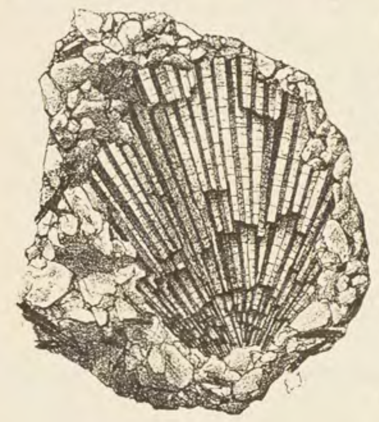


Fig. 9.
Béryl de Pont-Percé. (Réduction de 1/2.)

Le même minéral, en cristaux plus ou moins nets, d'un vert clair, parfois transparents, se trouve aussi dans les filonnets pegmatoïdes de cette granulite, engagés soit dans le quartz, soit dans le feldspath. Ils n'ont pas, à ma connaissance, été trouvés dans les géodes qui dans ces gisements ont fourni les cristaux bien connus de « quartz enfumé. »

Bretagne. — *Finistère*. Le Dr Le Hir a trouvé en abondance le béryl dans le Finistère (*Écho de Morlaix*, 6 mai 1842, et *Congrès scient. de Saint-Brieuc*, 1872), où ils sont engagés dans les filons de pegmatite du Fer-à-Cheval à la base du banc de Sainte-Anne en Saint-Pol, de l'île Stérec, de Mespaul, de Carrière-ar-Ménez, de la butte du moulin de Kergoulouarn (masses fibrobacillaires), de Terenez en Plougasnou, de Saint-Pol (Créach-André, Kérigou), de Roscoff, de Coat Crenn et Tromeur en Plouvorn (dans quartz des micaschistes), de Trefflez, etc.

Ce béryl forme des prismes hexagonaux (atteignant parfois plusieurs centimètres), jaunes ou vert jaunâtre, rarement vert foncé (émeraude) [dans pegmatite rose du Fer-à-Cheval en Saint-Pol]. Ils sont fréquemment très fendillés.

Loire-Inférieure. Dubuisson a cité quelques gisements de béryl dans la Loire-Inférieure ; M. Baret en a découvert de nombreux autres dans lesquels il a trouvé de bons cristaux (*op. cit.* 49 et *B. S. M.* X. 131. 1887). On peut signaler à ce point de vue les localités suivantes : carrière de La Salle-Verte à Saint-Clair (avec tourmaline), Petit-Port et La Trémissinière à Nantes, Sautron (à 1 km. N. du bourg), Le Chêne-Vert

en Saint-Herblain, Orvault (avec tourmaline, apatite, almandin, autunite, etc.). Dans ces gisements, les cristaux verdâtres translucides et parfois transparents offrent les formes *p*, *m* et sont engagés soit dans le quartz soit dans le feldspath des pegmatites. A Orvault, les cristaux de béryl ont parfois disparu, laissant un vide tapissé de petits cristaux de bertrandite.

La collection du Muséum renferme un joli cristal transparent d'un vert émeraude clair engagé dans du quartz de pegmatite de la route de Rennes à Nantes. Il n'est pas inutile de faire remarquer ici que ce gisement, qui a fourni de si beaux minéraux, est aujourd'hui épuisé.

A Saint-Clair, M. Baret a trouvé des masses bacillaires verdâtres, pesant plusieurs kilogrammes; elles sont parfois en voie de kaolinisation.

A Miséri près Nantes, le même savant a recueilli des cristaux translucides d'un vert pâle, dépassant 15^{cm} de longueur, qui possèdent les formes *p* (0001), *m* $(10\bar{1}0)$, h^1 $(11\bar{2}0)$; ils sont parfois tout à fait incolores. On les trouve dans une pegmatite à deux micas avec tourmaline, apatite, grenat, mispickel, molybdénite, érubescite, chalcopyrite, etc. (*B. S. M.* X. 131. 1887).

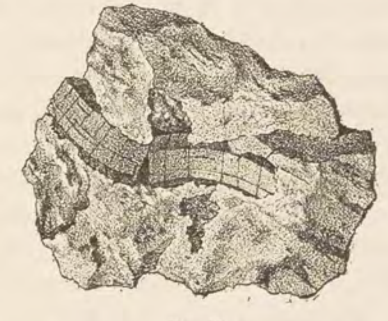


Fig. 10.
Cristal tordu de béryl dans le quartz de La Salle-Verte. (Grandeur naturelle environ.)

Nous avons signalé, M. Baret et moi (*B. S. M.* XII. 531. 1889), dans les glandules quartzeux des schistes micacés de la Noeveillard en Sainte-Marie près Pornic, un cristal de béryl *p m* aplati suivant la base.

Enfin Dubuisson a signalé les gisements suivants, que je n'ai pu visiter : Baron en Pilleux, et, à Nantes même, le cours Henri IV et le Four-au-Diable.

La fig. 10 représente un cristal de béryl bleu (Coll. du Muséum), provenant de La Salle-Verte à Saint-Clair, qui a subi des déformations mécaniques remarquables (torsion hélicoïdale).

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Leymerie a signalé des prismes grisâtres de béryl dans le quartz du Labourd sans indication plus précise (*Descript. géol. de la Haute-Garonne.* 1882. 212).

Hautes-Pyrénées. J'ai recueilli de jolis cristaux *p* (0001) *m* $(10\bar{1}0)$

blanc laiteux de béryl dans les glandules de pegmatite que l'on rencontre dans les schistes, en montant de l'hôtellerie, au pic du Midi. Ces cristaux atteignent 4^{cm}. Au lac Bleu et près de l'émissaire, j'ai trouvé un prisme hexagonal basé, d'un bleu verdâtre pâle ; il est engagé avec quartz et orthose dans une géode d'une pegmatite en filon au milieu des schistes feldspathisés.

Haute-Garonne. Coquand a signalé (*B. S. G.* IX. 226. 1836) de gros cristaux de béryl dans les pegmatites de la vallée de Burbe près Bagnères-de-Luchon. D'après Leymerie (*Descr. géol. de la Haute-Garonne*, 212), François a également recueilli ce minéral dans la même vallée au lieu dit Clot de Culgo. M. Gourdon a trouvé le même minéral en prismes d'un bleu ou jaune verdâtre à Luchon même, au Bosquet des Bains, dans une pegmatite à tourmaline.

Ariège. Les pegmatites traversant les schistes micacés du mont Fourcat renferment en assez grande abondance des cristaux de béryl (je les ai observés surtout vers le col d'Aigotorto) ; ce minéral est quelquefois associé à de la cordiérite, mais ne se rencontre pas avec l'andalousite : tandis que celle-ci est particulièrement fréquente dans les filons pauvres en feldspath, le béryl, au contraire, est surtout abondant dans ceux qui sont très feldspathiques. C'est dans les mêmes conditions que j'ai recueilli un gros cristal arrondi de béryl, au sud d'Ax, sur le bord du ruisseau de Gnoles peu avant d'arriver à l'étang de Naguille.

J'en ai trouvé également des cristaux de 2^{cm} dans une pegmatite riche en tourmaline et en grenat rose saumon près du confluent de l'Oriège et du ruisseau descendant de l'étang de Baxouillade.

Pyrénées-Orientales. J'ai recueilli de gros cristaux de béryl, translucides, d'un blanc verdâtre, dans les pegmatites à grands éléments qui traversent le granite sur le bord de la route de Saint-Paul à Saint-Martin-de-Fenouillet et à peu de distance de ce village. Ces pegmatites à grandes lames de muscovite sont riches en tourmaline.

Plateau Central. — *Haute-Loire*. Le béryl a été trouvé par M. Gonnard (*C. R.* 1283. 1886) dans les veines de granulite traversant le granite de La Chaise-Dieu à environ 500 mètres au nord du bourg. Ce minéral y constitue de petits prismes hexagonaux blancs ou jaunâtres, associés au grenat almandin, à la tourmaline bacillaire et à l'apatite verte.

Haute-Vienne. Le béryl se trouve en grande abondance au sud de

Bessines dans les carrières de pegmatite des environs de Chanteloube. Il y a été découvert en 1801 par Lelièvre (Haüy, *op. cit.* IV. 512. 1801) et s'y est même rencontré en telle quantité dans les exploitations de feldspath qu'il a servi à une certaine époque à charger la route entre le pont de Barost et Chanteloube. Il est surtout abondant dans les carrières situées à droite de la route de Bessines à Chanteloube, bien qu'on l'ait aussi trouvé dans la carrière de La Vilate (voir à *orthose*), où il formait parfois le centre d'énormes sphéroïdes feldspathiques et micacés. La fig. 11 représente un échantillon de la collection du Muséum constitué par un de ces sphéroïdes de moindre taille.



Fig. 11.
Cristal de béryl (B) entouré d'une gaine d'albite (F), puis d'un mélange de quartz (Q) et de muscovite (M). Chanteloube. (Réduction de $\frac{1}{4}$ environ.)

Le béryl de cette région se présente d'ordinaire en masses prismatiques, généralement cannelées suivant l'axe vertical et atteignant parfois plus de 100 kg. Elles sont faiblement translucides ou opaques. Les cristaux n'ayant que quelques décimètres ou quelques centimètres sont souvent translucides, blancs ou d'un blanc verdâtre, jaunes de diverses nuances; leurs faces sont fréquemment brillantes; leur forme la plus habituelle est p (0001), m $(10\bar{1}0)$ (fig. 1).

Cependant on trouve parfois, à l'extrémité de gros cristaux translucides, des facettes larges et très brillantes. Grâce à l'obligeance de M. E. Bertrand et de M. Guyot de Grandmaison, j'ai pu examiner quelques pointements de ce genre : ils possèdent un aspect rhomboédrique par suite du développement exagéré de trois faces a^1. L'un des cristaux de M. Bertrand présente la combinaison a^1 $(11\bar{2}1)$, b^1 $(10\bar{1}1)$ et a_2 $(21\bar{3}1)$ (fig. 12); un autre montre les faces b^{14} $(1.0.\bar{1}.14)$; les mesures données plus haut (Lx') sont celles que j'ai prises sur ces cristaux.

Fig. 12.
Projection sur la base d'un cristal de béryl de Chanteloube.

Dans les carrières voisines du pont de Barost, on a trouvé des cristaux de béryl absolument limpides, incolores ou bleuâtres, atteignant plusieurs centimètres de longueur et de diamètre; ils sont généralement peu allongés suivant l'axe vertical et sont engagés dans un kaolin blanc de neige formé à leurs dépens : ils sont alors corrodés (fig. 2). Ce genre d'altération a été décrit page 10. M. Damour, comme je l'ai fait remarquer plus haut, a le premier signalé ces pseudomorphoses en kaolin dans les pegmatites de La Vilate. La forme de ces cristaux est celle du prisme hexagonal (fig. 1), avec parfois les faces a^1 (fig. 13).

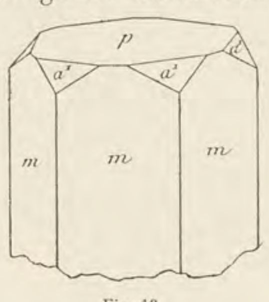


Fig. 13.
Béryl du pont de Barost.

Des échantillons de béryl incolore ont été recueillis aussi à Margnac, aux Huréaux et à Malabard (Barret, *Géolog. du Limousin*, 1892. 55).

Le béryl transparent du Limousin a été taillé et a fourni d'assez jolies pierres ; la variété lithoïde est utilisée par l'industrie chimique pour l'extraction de la glucine.

Puy-de-Dôme. D'après M. Gonnard (*B. S. M.* XI. 21. 1887. etc.), le minéral décrit comme béryl par Bouillet et Lecoq à Anthezat-le-Sauvetat, à la Grande-Côte près Saint-Amand-Tallende et à Roure est en réalité de l'apatite. Des cristaux de béryl verdâtre, souvent kaolinisés, se rencontrent dans la pegmatite de Biauchaud au nord de Saint-Pierre-la-Bourlhogne ; ils atteignent 0^m32 sur $2^{cm}5$ de diamètre (Gonnard et Adelphe : *B. S. M.* XVIII. 614. 1894).

Loire. En 1789, de Bournon signala aux environs de Montbrison l'existence de divers minéraux et entre autres de l'émeraude (*J. P.* 1789. 453). Quelques années plus tard, Passinges revint sur ce minéral (*J. M.* XXXVII. 203. 1797), en donna la description et signala notamment des cristaux d'émeraude « fistuleux ou percés d'un bout à l'autre ».

Dans son traité de minéralogie (IV. 361. 1801), Haüy cite ce gisement d'émeraude avec un point de doute et le fait suivre de l'observation suivante : « L'opinion qu'il existe des émeraudes en France a pour auteur le célèbre de Bournon, qui regardait comme tels de petits cristaux en prismes hexaèdres réguliers, qu'il avait trouvés dans le ci-devant Forez, où ils occupaient le même filon de feldspath qui a offert depuis à l'observation de ce minéralogiste la substance que nous

avons nommée feldspath apyre [andalousite]. La dureté de ces cristaux variait beaucoup : les uns, suivant Bournon, avaient celle de l'émeraude ordinaire et les autres se laissaient facilement entamer. J'en ai vu, dans la collection du cit. Gillet, sur lesquels la pointe d'un couteau laissait une trace très sensible. Leur couleur est tantôt uniformément verdâtre et tantôt en partie verdâtre, en partie grise. »

L'année suivante, de Bournon répliqua (*Philos. Trans. London.* 1802. p. 94 du tirage à part), en maintenant son opinion.

Enfin, tout récemment M. Gonnard (*B. S. M.* VII. 467. 1884), en cherchant à retrouver le gisement du minéral en question, rencontra sur les bords du Vizézy, aux environs de Montbrison, des filons de pegmatite à cordiérite renfermant de petits cristaux d'apatite qui répondent assez bien à la description des auteurs précédents.

La collection du Muséum possède l'échantillon qu'Haüy dit avoir examiné chez Gillet de Laumont. Il porte l'étiquette suivante : « Émeraude des environs de Montbrison en Velay. Bournon. » Il faisait partie de la collection Gillet de Laumont acquise en 1835 par le Muséum. Il est facile de le reconnaître à la description donnée par Haüy. On y distingue plusieurs cristaux de la forme *m* $(10\bar{1}0)$, *p* (0001), b^1 (et non $b^{1/2}$); le plus grand a environ 2 millimètres suivant l'axe vertical et 1 millimètre de diamètre dans la base.

J'ai pu m'assurer, par un essai chimique, que le minéral est de l'apatite (*B. S. M.* XVII. 41. 1894).

Rhône. Le béryl a été cité aux environs de Lozanne, de Dommartin, à l'île Barbe, avec grenat, apatite, tourmaline, etc. (Drian, *op. cit.*, 134 ; Gonnard : *B. S. M.* VI. 1889).

La collection du Muséum possède un échantillon d'une pegmatite rose à tourmaline montrant un cristal de béryl jaunâtre en voie de kaolinisation et provenant de Maltaverne sur la route de Chessy à Lyon.

Allier. La granulite de Droiturier près La Palisse, employée pour le pavage de la ville de Clermont, renferme (Gonnard : *B. S. M.* XV. 32. 1892), dans ses parties pegmatoïdes, de gros cristaux blanc verdâtre opaques de béryl. Le minéral se trouve aussi en petits cristaux limpides *p m* transparents (3 à 4^{mm}) dans des géodes de la même roche, qui contient localement un peu de molybdénite.

Saône-et-Loire. Les pegmatites des environs d'Autun sont riches en cristaux de béryl blanc verdâtre, rarement transparents, qui atteignent

souvent plus d'un décimètre. Ils y ont été découverts par Champeaux au commencement du siècle. Le gisement le plus remarquable à ce point de vue est le parc de Montjeu. Le béryl y est généralement engagé dans le quartz grisâtre d'une pegmatite à très grands éléments; il y est associé à d'énormes cristaux de tourmaline et à de gros trapézoèdres de grenat almandin. Les formes habituelles sont p (0001), m (10$\bar{1}$0) et souvent h^1 (11$\bar{2}$0), h^2 (21$\bar{3}$0) (fig. 14 et 15). Quelques cristaux sont déformés par développement anormal de deux ou plusieurs faces m.

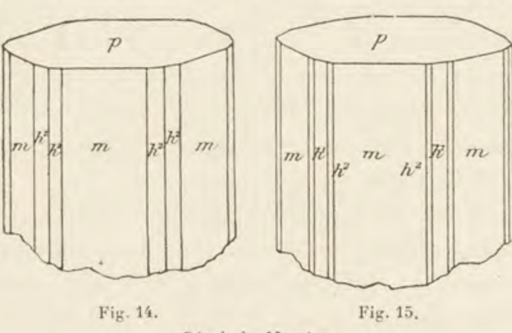


Fig. 14. Fig. 15.
Béryl de Montjeu.

Les cristaux présentent parfois de remarquables phénomènes de torsion (fig. 16); dans d'autres cas, des cristaux brisés en plusieurs tronçons sont ressoudés par du quartz. Le béryl de Montjeu est très riche en inclusions liquides à bulle mobile.

Les autres gisements à citer sont : Broye, Marmagne, Saint-Symphorien-de-Marmagne, etc. Dans ces derniers gisements, le béryl est très souvent engagé dans le feldspath, et parfois en voie de kaolinisation.

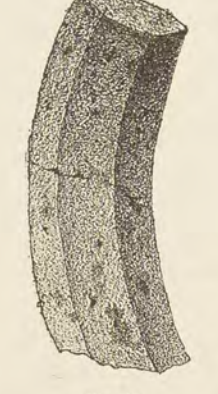


Fig. 16.
Cristal tordu de béryl de la pegmatite de Montjeu.

Lorsqu'on veut extraire de ces roches les cristaux de béryl, ils se brisent avec la plus grande facilité. Afin de les obtenir entiers, il est bon de laisser à l'air pendant quelques jours les blocs extraits; les cristaux perdent alors leur eau de carrière, prennent de la solidité et peuvent être extraits plus aisément de leur gangue.

Vosges. — M. Vélain a trouvé de gros cristaux translucides de béryl associés à la tourmaline et au grenat dans les pegmatites à mica palmé de l'Étang d'Huchère à Saint-Nabord; de petits cristaux du même minéral ont été rencontrés à Raon-l'Étape par le même géologue.

Alpes. — *Massif du mont Blanc. Haute-Savoie.* Soret a décrit en 1820 (*Bull. Soc. philomatique*), sous le nom de « corindon », de jolis

prismes hexagonaux d'un bleu foncé, engagés dans un granite (protogine) trouvé au pied de l'aiguille de Charmoz. M. Spezia montra, en 1875 (*Atti della R. Accad. Scienze di Torino*, XI. 82), que le minéral en question était du béryl. M. des Cloizeaux arriva aux mêmes conclusions par l'étude des propriétés optiques (*B. S. M.* IV. 94. 1881). M. Michel-Lévy a décrit la roche et montré sa richesse en épidote (*B. S. F.* n° 9. I. 13. 1890). Dans son mémoire sur la protogine du mont Blanc, M. Mrazec (*Thèse*. Genève, 1892. p. 42) a donné une analyse (*c*) de ce béryl, qui constitue jusqu'à 10 °/₀ de la roche qui le contient.

Le gisement en place est inconnu. Cette roche, très rare aujourd'hui, se rencontrait autrefois dans les éboulis de l'un des grands couloirs descendant de l'aiguille de Charmoz, du côté de la Mer de Glace. Ce béryl, d'un très joli bleu, est très pléochroïque; il présente les formes *p* (0001), *m* $(10\bar{1}0)$.

M. Brun a signalé (*Z. K.* V. 104. 1880) de petits cristaux de béryl dans les moraines du glacier de Miage.

Madagascar. — M. Damour a décrit (*B. S. M.* IX. 153. 1886) un fragment de cristal de béryl rose, fendillé et ressemblant à du quartz ; par places, il est transparent et constitue une véritable pierre précieuse. Il a été donné comme provenant de Farafatrana (côte orientale de l'île); il était accompagné de tourmaline, de quartz, de triphane, etc.

C'est sur un fragment que je dois à la bienveillance de M. Damour qu'ont été mesurés les indices donnés plus haut.

M. Suberbie a rapporté de Madagascar (rivières descendant du massif d'Ankaratra sur la côte occidentale) des fragments transparents de béryl aigue-marine bleuâtre.

3° *Dans les micaschistes.*

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. Dans la collection du Muséum se trouve un échantillon de micaschiste à biotite indiqué comme provenant des environs immédiats de Nantes ; il renferme des cristaux d'*émeraude* d'un vert superbe ; ils ont près d'un centimètre suivant l'axe vertical et sont transparents.

Gisements incertains.

Pyrénées. — *Ariège*. M. Boubée a signalé (*Bull. d'hist. nat.* 6ᵉ section, p. 8) des cristaux d'aigue-marine limpide dans un filon de

cuivre pyriteux à gangue quartzeuse près de Saint-Lary dans la Vallongue. Je n'ai pu vérifier cette observation, qui demande confirmation.

Alpes. — *Isère.* D'après une note de M. Héricart de Thury publiée par Lucas dans son *Tableau des Espèces minérales*, 1813. 138, des cristaux nets et transparents de béryl blanc verdâtre auraient été trouvés, par Schreibert, avec quartz, anatase, feldspath, rutile et chlorite, près de la cascade de l'Enversin en Vaujany (Oisans). Depuis lors, ce minéral n'a plus été cité par personne ; il n'existe, à ma connaissance, dans aucune collection, et il est très probable que la substance à laquelle il est fait allusion est la phénacite décrite tome I, page 203[1].

1. Depuis la publication du tome I, nous avons pu, M. des Cloizeaux et moi (*C. R.* CXVI. 1231. 1893), étudier de beaux cristaux de ce minéral et nous assurer de l'exactitude de la conclusion formulée, page 203 (tome I), au sujet de l'assimilation à la phénacite des petits prismes du Dauphiné, décrits comme tourmaline incolore. L'échantillon de la collection du Muséum que nous avons examiné est indiqué comme provenant de Saint-Christophe-en-Oisans.

POLYSILICATES

GROUPE DES FELDSPATHS

Les minéraux constituant le groupe des feldspaths présentent entre eux de nombreux caractères communs; leurs formes cristallines sont voisines, bien que les uns soient monocliniques et les autres tricliniques. Ils possèdent deux clivages faciles faisant entre eux un angle de 90° (feldspaths monocliniques) ou voisin de 90° (feldspaths tricliniques).

Leur densité varie de 2,5 à 2,9; leur dureté est de 6 à 6,5.

A l'état frais, ils sont incolores, vitreux, mais ils prennent fréquemment par altération une couleur grise, jaune, verte, rouge, etc.

Au point de vue chimique, ce sont des silicates d'aluminium, de potassium, de sodium ou de calcium, avec rarement du baryum.

Les feldspaths ont une importance considérable, non seulement à cause de leurs propriétés intrinsèques et des questions théoriques que soulève leur étude, mais encore en raison du rôle considérable qu'ils jouent dans la nature. Ils forment l'un des éléments essentiels de la plupart des roches éruptives et métamorphiques; ils se rencontrent dans nombre de roches sédimentaires. Vouloir étudier à fond toutes les manières d'être des feldspaths serait en somme écrire un traité de pétrographie. Le cadre restreint de cet ouvrage me force à ne donner sur ce sujet que des notions générales, limitées aux catégories de gisements existant en France.

On peut classer les feldspaths en deux grands groupes, d'après leur système cristallin :

a) feldspaths monocliniques;
b) feldspaths tricliniques.

Les divisions secondaires établies dans chacune de ces séries sont basées sur la composition chimique, dont les variations entraînent des

différences dans les diverses propriétés physiques. Le tableau suivant comprend les divers types feldspathiques.

a) Feldspaths monocliniques

Orthose	$K\,Al\,Si^3\,O^8$
* *Hyalophane*	$(K^2, Ba)\,Al^2\,Si^4\,O$

b) Feldspaths tricliniques

Feldspaths sodopotassiques (pseudo-monocliniques)	*Microcline*	$K\,Al\,Si^3\,O^8$
	Anorthose	$(Na, K)\,Al\,Si^3\,O^3$
Feldspaths calcosodiques (plagioclases)	*Albite*	$Na\,Al\,Si^3\,O^8$
	Oligoclase	$m\,Na\,Al\,Si^3\,O^8 + n\,Ca\,Al^2\,Si^2\,O^8$
	Andésine	
	Labrador	
	Bytownite	
	Anorthite[1]	$Ca\,Al^2\,Si^2\,O^8$

Les relations existant entre les propriétés optiques et les propriétés cristallographiques de ces divers feldspaths seront exposées dans le premier des paragraphes consacrés aux plagioclases.

Afin d'éviter les répétitions et avant d'aborder l'étude particulière des deux séries feldspathiques, je m'occuperai d'un certain nombre de caractères communs aux feldspaths en général.

Faciès des cristaux. Les cristaux simples des divers feldspaths, bien que se présentant avec une abondance très inégale dans chacun d'eux, se rapportent tous à un petit nombre de types. Les différences angulaires que l'on observe entre les feldspaths monocliniques et les feldspaths tricliniques sont assez peu considérables pour que tous les feldspaths présentent un *air de famille*, qui les fait aisément reconnaître.

1. Une anorthite de baryte (celsian) vient d'être découverte à Jacobsberg (Suède) dans un gisement de magnétite. Ce feldspath avait été obtenu autrefois par MM. Fouqué et Michel-Lévy (par fusion ignée des éléments), ainsi que les divers autres plagioclases.

Je vais énumérer rapidement ces divers types : les figures ci-jointes représentent la combinaison la plus pauvre en faces ; les combinaisons plus compliquées seront décrites plus loin dans l'étude particulière des gisements des différents feldspaths.

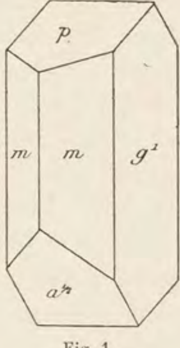


Fig. 1.
Type I (orthose).

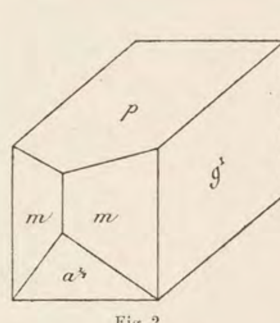


Fig. 2.
Type II (orthose).

Type I. Cristaux aplatis suivant g^1 (010), allongés suivant l'axe vertical (fig. 1).

Type II. Cristaux allongés suivant l'arête $p\,g^1$ (001) (010) ; ces cristaux ont l'apparence de baguettes quadrangulaires (fig. 2).

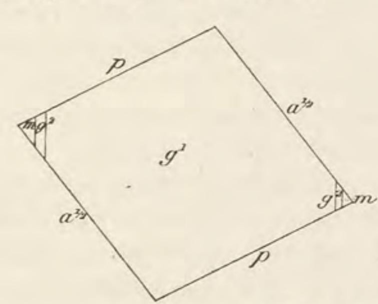


Fig. 3 et 4. Type III.
Projection sur g^1 (010) de microlites d'orthose, aplatis suivant g^1 (010).

Type III. Cristaux lamelleux suivant g^1 et limités le plus souvent par les faces p (001), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$) (fig. 3) ou a^1 ($\bar{1}01$) (fig. 5) ; ils présentent fréquemment des groupements suivant l'axe vertical en forme de dents de scie (fig. 4 et 6) ; c'est la forme de beaucoup de microlites feldspathiques.

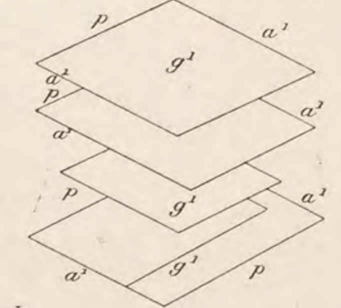


Fig. 5 et 6. Type III.
Projection sur g^1 (010) de microlites d'orthose, aplatis suivant g^1 (010).

Ces trois types simples existent dans tous les feldspaths ; les autres nesont bien développés que dans quelques-uns d'entre eux.

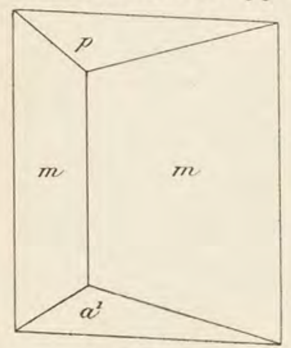


Fig. 7. Type IV.
Adulaire.

Type IV. Cristaux allongés suivant l'axe vertical, ne présentant dans la zone prismatique que les faces *m* (110) très développées ; c'est le type habituel de la variété d'orthose désignée sous le nom d'*adulaire* (fig. 7).

Type V. Cristaux allongés suivant l'arête de zone $p\ h^1$ (001) (010) ; type de certains cristaux d'albite (*péricline*) (voir fig. 16), très rarement d'orthose.

Type VI. Cristaux aplatis suivant p (001) et d'ordinaire également développés suivant les axes a et b (fig. 8) ; ce type est réalisé par l'orthose de quelques gisements volcaniques, des calcaires, etc.

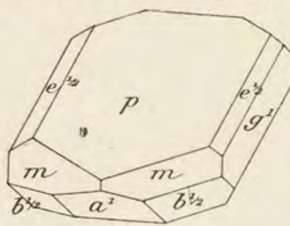


Fig. 8. Type VI.
Orthose aplatie suivant p (001).

Type VII. Cristaux allongés suivant une arête $g^1\ a^1$ (010) ($\bar{1}01$) et aplatis suivant une face de la zone $g^1\ a^1$ perpendiculaire à g^1 ; je ne connais cet allongement que dans l'albite (voir à cet article).

Ces divers types viennent se compliquer par l'existence de macles suivant les diverses lois qui vont être énumérées.

Macles. Les feldspaths présentent, en effet, des macles nombreuses.

Fig. 9.
Macle de Carlsbad par accolement (orthose).

Fig. 10.
Macle de Carlsbad par pénétration (orthose).

1°. Macle de Carlsbad. — Macle par rotation de 180° autour de l'axe vertical. La face d'association est généralement g^1 (010). On verra, à l'*orthose* et à l'*albite*, que la face d'association est parfois une face perpendiculaire à g^1 (010) faisant partie de la zone verticale [h^1 (100) pour l'orthose] ou une face perpendiculaire à l'axe vertical. Ces cristaux maclés sont accolés et ne présentent parfois pas d'angles rentrants (orthose) (fig. 9),

ou interpénétrés (fig. 10); ils sont généralement constitués par deux individus, rarement par un plus grand nombre (fig. 8 de l'orthose).

2°. Macle de Four-la-Brouque ou de Manebach[1]. — Plan (d'assemblage p (001) et axe de rotation perpendiculaire à p (001) fig. 11).

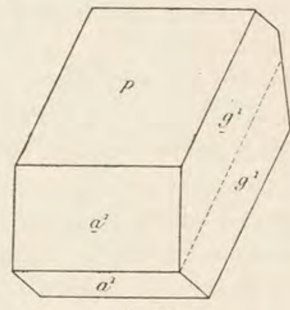


Fig. 11.
Macle de Four-la-Brouque (orthose des granulites).

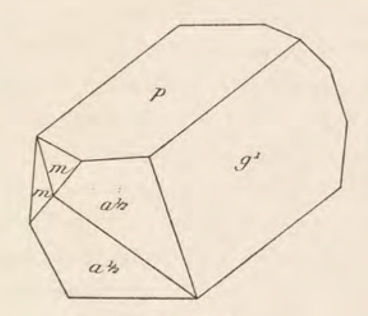


Fig. 12[2].
Macle de Baveno (orthose).

3°. Macle de Baveno. — Plan d'assemblage $e^{1/2}$ (021) dans l'orthose, $i^{1/2}$ (021) dans les feldspaths tricliniques et axe de rotation perpendiculaire (fig. 12). Les cristaux maclés suivant cette loi sont toujours allongés suivant $p\,g^1$ et parfois en outre aplatis suivant p.

Ces macles sont communes à tous les feldspaths sans exception; elles sont généralement simples.

Les suivantes sont particulières aux feldspaths tricliniques.

4°. Macle de l'albite. — Plan d'assemblage g^1 (010) et axe de rotation perpendiculaire à cette même face (fig. 13). La macle est presque toujours polysynthétique et détermine sur le clivage p (001)

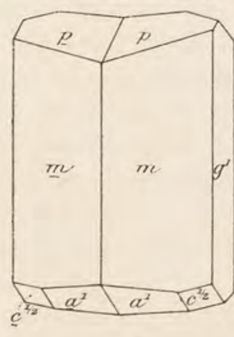


Fig. 13.
Macle de l'albite (albite).

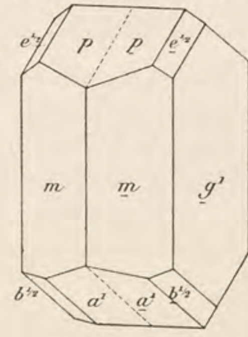


Fig. 14.
Macle de l'albite (orthose.)

1. Cette macle a été décrite pour la première fois par Haüy (*op. cit.* II. 603. 1801) d'après des cristaux provenant de La Clayette (*Saône-et-Loire*) (voir plus loin). Le nom de « macle de Four-la-Brouque » a été proposé par M. Gonnard pour rappeler son extrême abondance dans le gisement auvergnat de ce nom.

2. Les faces m, $a^{1/2}$, p, g^1 de la partie supérieure de la figure doivent porter une barre inférieure.

des cannelures parallèles à la trace de g^1 (010), produites par des angles alternativement rentrants et saillants ; ces cannelures sont caractéristiques des plagioclases : elles y sont presque constantes.

La macle de l'albite existe aussi dans l'orthose, mais, ce minéral étant monoclinique, l'axe de rotation perpendiculaire à g^1 (010) est un axe de symétrie binaire : la macle consiste alors simplement dans l'accolement de deux cristaux semblablement orientés (fig. 14).

5°. Macle du Roc Tourné. — Cette macle, qui, en France, n'existe que dans l'albite de certains gisements, sera étudiée en détail à l'article *albite*. Je ferai seulement remarquer ici qu'elle consiste en une double macle de l'albite; deux groupes de cristaux maclés suivant la loi de l'albite sont maclés entre eux à nouveau suivant la même loi et interpénétrés de telle sorte que l'on peut considérer la forme d'accolement théorique comme étant la face de la zone verticale exactement perpendiculaire à g^1 (010), c'est-à-dire une face voisine de h^1 (100). En réalité, il n'y a pas accolement suivant un plan, mais interpénétrations irrégulières. Les cristaux maclés suivant cette loi sont toujours aplatis suivant g^1 (fig. 15).

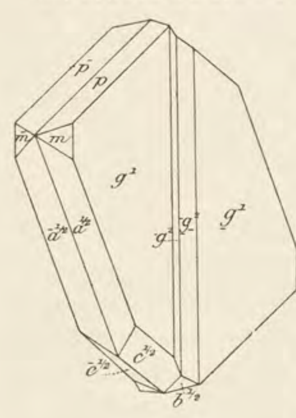


Fig. 15.
Macle du Roc Tourné de deux groupes de cristaux maclés suivant la loi de l'albite (albite du Roc Tourné).

6°. Macle de la péricline. — Le plan d'assemblage présente une orientation variable suivant les types feldspathiques, mais il reste voisin de p (001) (voir à *plagioclases*). L'axe de rotation est l'axe b [arête $p\ h^1$ (001) (100)]. Cette macle est polysynthétique comme les précédentes et n'est généralement visible qu'à l'aide des propriétés optiques. Toutefois, les cristaux d'albite (*péricline*) la présentent parfois à l'état macroscopique : ils sont allongés suivant l'arête $p\ h^1$ (fig. 16).

Fig. 16.
Macle de la péricline (albite, var. péricline).

7°. Macle du microcline. — Cette macle se rencontre d'une façon constante dans le microcline (voir plus loin) : elle ne diffère de la précédente qu'en ce que le plan d'assemblage est très éloigné de p (001). Il fait dans g^1 (010) un angle de 99° avec p (001) et de 17°

avec h^1 (100) [dans l'angle obtus $p\ h^1$ (001) (100)]; il est par suite très voisin de $a^{1/4}$ ($\bar{4}01$), car dans l'orthose on a (angles des normales) :

$$p\,a^{1/4} = 99°3', \quad a^{1/4}\,h^1 = 17°4'.$$

Cette macle est toujours polysynthétique; associée à celle de l'albite, elle n'est pas visible à l'œil nu.

8°. Macle de l'Esterel. — Cette macle a été signalée par M. des Cloizeaux dans l'andésine de l'Esterel (c'est à cause de cette circonstance que je la désigne sous le nom de « macle de l'Esterel ») et dans l'albite d'Ala. Elle a pour face d'association p (001) comme la macle de la péricline, mais l'axe de rotation est l'axe a (arête $p g^1$); les cristaux qui la présentent offrent une apparence extérieure analogue à ceux qui sont maclés suivant la loi de Four-la-Brouque. Cette macle sera étudiée en détail à l'article *andésine* : on y verra qu'au point de vue optique elle possède une particularité intéressante.

Je ne m'occuperai pas des groupements plus complexes et fort rares qui ont été signalés dans des cristaux d'orthose du Saint-Gothard et qui ne sont pas réalisés dans les gisements étudiés dans cet ouvrage.

Combinaison de ces diverses macles. — Les cristaux maclés de feldspath sont souvent fort complexes; cela tient à diverses causes :

1° A ce que les formes des éléments constitutifs de la macle peuvent varier d'un échantillon à l'autre ;

2° A ce que les diverses macles peuvent se combiner entre elles de la façon la plus variée.

Dans les feldspaths tricliniques, les macles de l'albite, de la péricline et de Carlsbad coexistent très fréquemment, sans que pour cela la structure extérieure soit compliquée, les macles de l'albite et de la péricline ne constituant alors que des lames polysynthétiques microscopiques.

Je décrirai plus loin les groupements d'orthose des rhyolites (porphyres) présentant des associations des diverses macles de Carlsbad, de Baveno, de Four-la-Brouque, soit entre elles, soit avec des cristaux simples.

Dans l'albite des calcaires des Alpes et des Pyrénées, on rencontre fréquemment des combinaisons multiples des macles de l'albite, de Carlsbad et du Roc Tourné dans lesquelles les formes accessoires de chacun des individus composants peuvent elles-mêmes varier.

Les macle de l'albite, de la péricline et de l'Esterel s'associent dans l'andésine de l'Esterel.

Associations régulières des feldspaths entre eux ou avec d'autres minéraux. En outre des groupements réticulaires qui viennent d'être décrits, les feldspaths présentent souvent d'autres genres de groupements réguliers, qui peuvent être très variés :

1° Groupements de deux ou plusieurs feldspaths entre eux ;

2° Groupements des feldspaths avec d'autres minéraux.

Groupement des feldspaths entre eux. — L'étude des roches a montré que les groupements de ce genre sont extraordinairement fréquents. Deux ou plusieurs feldspaths sont associés de telle façon que leurs axes cristallographiques sont sensiblement dans la même direction. Il semble au premier abord qu'il ne puisse pas y avoir facilement de groupements réguliers de ce genre entre les feldspaths tricliniques et les feldspaths monocliniques, mais il se passe là un fait fréquent dans l'histoire des minéraux à forme limite : l'inclinaison des axes $y\,z$ et $x\,y$ des feldspaths tricliniques n'étant pas très différente de 90° et les paramètres étant voisins de ceux de l'orthose, ce dernier feldspath participe aux groupements au même titre que les feldspaths tricliniques.

Ces groupements peuvent se produire de trois façons différentes :

a) Par périmorphose. — Ce cas est fréquent pour l'albite qui se forme sur l'orthose ou le microcline ; sur les cristaux de ces derniers viennent s'implanter des cristaux d'albite disposés de telle sorte que les faces g^1 (010) des deux minéraux coïncident. Ils sont bientôt enveloppés par un ou plusieurs cristaux d'albite semblablement orientés. Les faibles différences angulaires existant entre l'angle $p\,g^1$ (001) (010) des deux minéraux permettent d'obtenir simultanément un clivage de l'assemblage. L'examen microscopique fait voir que peu à peu le feldspath potassique est imbibé d'albite, qui finit parfois par l'épigéniser totalement. Ces groupements sont réalisés en grand dans les pegmatites, où ils sont généralement d'origine secondaire, l'albite étant formée par altération de l'orthose ou du microcline. Inversement il existe des groupements d'orthose (adulaire) sur albite qui seront étudiés plus loin à l'article *orthose* : je les considère comme d'origine primaire.

J'ai fait voir (*Les encl. des roches volc.*) que, dans les roches (granite, gneiss) enclavées par les roches volcaniques et notamment par les trachytes du Mont Dore, etc., les feldspaths (orthose, oligoclase) ont été souvent corrodés par voie métamorphique. Sur leurs débris est venu cristalliser l'orthose néogène, dont les cristaux renferment ainsi

un petit squelette ancien qui leur a servi de point de départ et a déterminé leur orientation cristallographique (fig. 17).

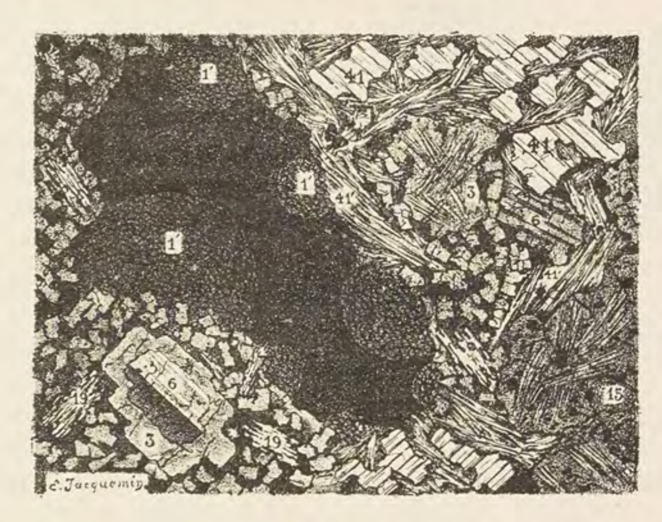


Fig. 17.

Lame mince d'une enclave de gneiss dans une andésite du Lioran. Les éléments anciens sont formés par de la sillimanite (41'), de l'andalousite (41), de la biotite (19), de la cordiérite (15) et de l'oligoclase (3). Celle-ci est par places entourée par de l'orthos néogène. Une large cavité est tapissée de tridymite. (Lumière polarisée.)

Des faits du même genre s'observent dans les roches volcaniques, où les grands cristaux intratelluriques renferment souvent à leur centre un fragment corrodé d'une autre espèce feldspathique, soit que ce fragment représente réellement une enclave, soit que de brusques changements dans les conditions physiques ou chimiques du magma aient amené la dissolution partielle des cristaux déjà formés; dans ce cas, cependant, on observe plus fréquemment les feldspaths régulièrement zonés qui vont être étudiés plus loin.

a) Perthite et microperthite. — On donne ce nom à l'interpénétration de deux ou plusieurs feldspaths (feldspaths acides : orthose, microcline, anorthose, albite) qui possèdent la même orientation géométrique : faces g^1 (010) communes, faces p (001) aussi voisines que le comporte la valeur des angles pg^1 des individus composants. Le feldspath dominant forme en quelque sorte la charpente de l'édifice, dont l'autre ou les autres feldspaths constituent le remplissage sous forme de facules plus ou moins abondantes et régulières; celles-

ci sont macroscopiques (*perthite*). Dans le gisement classique de Perth (Canada), l'orthose rougeâtre englobe l'albite blanche.



Fig. 18.

Lame mince d'un cristal de feldspath de la syénite néphélinique de Pouzac (*Hautes-Pyrénées*). Microperthite d'orthose sodique et d'anorthose maclée suivant la loi de l'albite. Dans la figure de droite l'assemblage a été placé dans l'une des positions d'éclairement commun faisant disparaître les macles de l'anorthose.

Le plus généralement, et c'est le cas des feldspaths français, ces groupements ne peuvent être décelés que par l'étude microscopique (fig. 18).

On peut distinguer les divers types suivants : *orthose microperthitique*, *microcline microperthitique*, suivant que c'est l'orthose ou le microcline qui englobe les facules d'albite ou d'anorthose.

M. Brögger a donné le nom de *kryptoperthite* à des groupements submicroperthitiques d'orthose et d'albite qui, aux faibles grossissements, se comportent comme un minéral homogène (orthose sodique) et ne peuvent être étudiés qu'aux plus forts grossissements (voir à *microcline*) : leur composition chimique correspond, du reste, à cette hypothèse.

La production d'albite secondaire du type précédent fournit des microperthites, mais souvent aussi celles-ci sont le résultat direct de la cristallisation (syénite néphélinique de Pouzac, albitites de la Sarthe (voir à *albite*), etc.).

c) Feldspaths zonés. — Tandis que les microperthites s'observent surtout dans les feldspaths acides, les feldspaths zonés sont plus fréquents dans la série basique, bien qu'on les constate d'une extrémité à l'autre du groupe des feldspaths.

Dans les feldspaths zonés, le cristal est formé de zones concentriques plus ou moins nombreuses, généralement régulières et emboîtées les unes dans les autres. La plus extérieure donne au cristal sa forme apparente. L'examen microscopique fait voir, d'après la forme de ces diverses zones d'accroissement, que fort souvent le cristal n'a pas eu la même forme extérieure aux divers stades de sa formation. Certaines zones peuvent présenter des particularités de structure, de couleur, dues à l'existence dans les unes d'inclusions qui manquent dans les autres, etc.

Ces diverses zones sont constituées par des feldspaths de composition différente; les plus basiques sont généralement au centre du

cristal, mais ce fait souffre des exceptions. Dans le premier cas, les diverses zones se succèdent régulièrement dans leur ordre de basicité

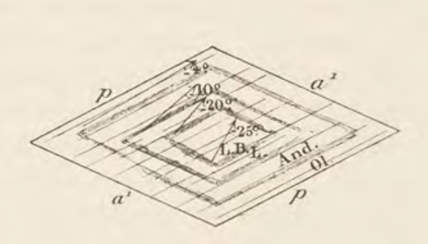


Fig. 19.

Face g^1 (010) d'un cristal feldspathique zoné du trachyte augitique à olivine de La Morangie (*Puy-de-Dôme*). *La basicité croît de la périphérie au centre* [Ol. oligoclase-andésine, And. andésine, L. labrador, L.B. Labrador-bytownite].

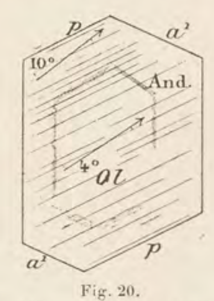


Fig. 20.

Face g^1 (010) d'un cristal feldspathique d'une andésite augitique du Lioran. *La basicité décroît de la périphérie au centre* [And. andésine, Ol. oligoclase-andésine].

croissante en allant de la périphérie au centre (fig. 19); plus rarement c'est l'inverse qui a lieu (fig. 20). Dans d'autres cas, il y a des sauts brusques d'un type basique à un type acide (fig. 21). Enfin, parfois on observe des retours (simples ou alternatifs) à la composition d'une zone précédente (fig. 22) (voir aussi les deux photographies reproduites plus loin, aux généralités des *plagioclases*).

Ces variations de structure peuvent être souvent mises en évidence par l'altération de certaines zones, alors que d'autres restent intactes, ou grâce à des essais chimiques (la facile attaque par un acide de l'anorthite, par exemple, quand elle est associée à un feldspath inattaquable). Mais l'examen des propriétés optiques de ces diverses zones (et particulièrement la méthode de l'éclairement commun étudiée par M. Michel-Lévy) est le procédé le plus propre à mettre en évidence leur véritable nature (voir à *plagioclases*).

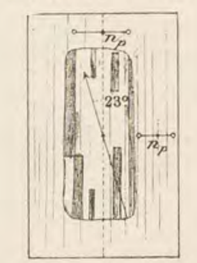


Fig. 21.

Face perpendiculaire à la bissectrice aiguë de la périphérie d'un cristal zoné, formé au centre par du labrador, à l'extérieur par de l'anorthose (Labradorite diabasique de Beaulieu (*Bouches-du-Rhône*)).

L'interprétation théorique du mode de genèse de ces cristaux zonés est facile. A mesure qu'il se produit des cristallisations feldspathiques dans un magma en voie de consolidation, la composition de ce dernier se transforme, celle des produits formés se modifie en même temps.

Quand ces variations sont très lentes ou quand la cristallisation feldspathique est très rapide, les cristaux formés sont homogènes ; dans le cas contraire, ils sont zonés. Si les variations de composition sont faibles, les zones d'accroissement ont des propriétés voisines; quand, au contraire, la composition ou la température du magma varie beaucoup, les cristaux déjà individualisés peuvent se dissoudre partiellement ou être enveloppés par des espèces feldspathiques de composition éloignée : ces cristaux produits dans des magmas de composition et de saturation différentes peuvent en outre donner naissance à des formes éphémères dont la trace n'est souvent laissée que par des traînées d'inclusions.

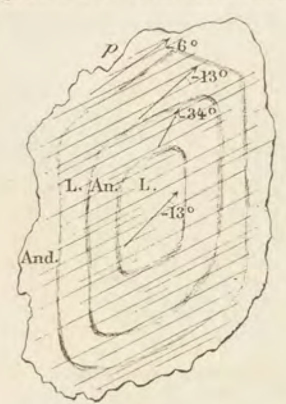


Fig. 22.
Face g^1 (010) d'un cristal zoné du granite amphibolique de Vaugneray (*Rhône*). Il y a *alternance de zones de basicité variée*. [And. andésine, L. labrador, An. anorthite.] Le feldspath le plus basique n'est pas au centre.

Groupements réguliers de feldspaths avec d'autres substances. — Les groupements réguliers de feldspaths[1] avec d'autres substances présentent des types fort nombreux. On peut les classer de la façon suivante :

a) un cristal unique de feldspath englobe un autre minéral	α. possédant une orientation uniforme.	groupements pegmatiques et micropegmatiques.
	β. possédant des orientations quelconques.	groupements pœcilitiques et micropœcilitiques.
b) plusieurs cristaux de feldspath à orientation quelconque sont englobés par un autre minéral à orientation unique.		groupements ophitiques.
c) plusieurs cristaux de feldspath à orientation quelconque englobent un autre minéral à forme dentelée.		groupements dentelliformes.

a) — α. *Groupements pegmatiques et micropegmatiques*. — Ce genre de groupement est celui qui est bien connu dans la *pegmatite graphique*. Des cristaux cristallitiques de quartz, allongés suivant l'axe vertical, sont disposés en grand nombre dans un cristal de feldspath, de telle sorte qu'une section perpendiculaire à l'axe vertical de l'un d'eux coupe transversalement tous les autres (fig. 23).

1. Par extension, quand ces groupements affectent la totalité ou une grande partie des feldspaths de la roche qui les renferme, celle-ci est dite posséder la structure pegmatoïde, pœcilitique ou ophitique.

Dans les syénites néphéliniques, on observe plus rarement des pegmatites graphiques de feldspath et d'ægyrine[1].

Dans les micropegmatites, ces mêmes pegmatites graphiques se rencontrent, mais dans la pâte microscopique ; tantôt elles sont distribuées sans ordre dans la roche, tantôt elles sont groupées autour d'un minéral plus ancien (quartz ou feldspath) sur lequel s'oriente l'élément semblable de la micropegmatite (*micropegmatite à quartz* ou *feldspath auréolé* (fig. 24) de M. Michel-Lévy) : ce genre de groupement est très fréquent.

Fig. 23.
Groupement pegmatique de quartz et d'orthose (pegmatite graphique (d'Ax)). (Grandeur naturelle.)

Dans d'autres cas, l'auréole n'est pas constituée par un cristal unique, mais par des plages à orientation différente (*micropegmatite à étoilement*) (fig. 25, en haut) ; souvent même le fragment central des figures données plus haut disparaît et la micropegmatite forme des sortes de larges sphérolites. Le quartz est alors en éléments très fins ; souvent même il ne se voit qu'avec de fort grossissements, sur leur bord, et ces groupements (fig. 25, à gauche en bas), passent alors par gradations insensibles à de véritables

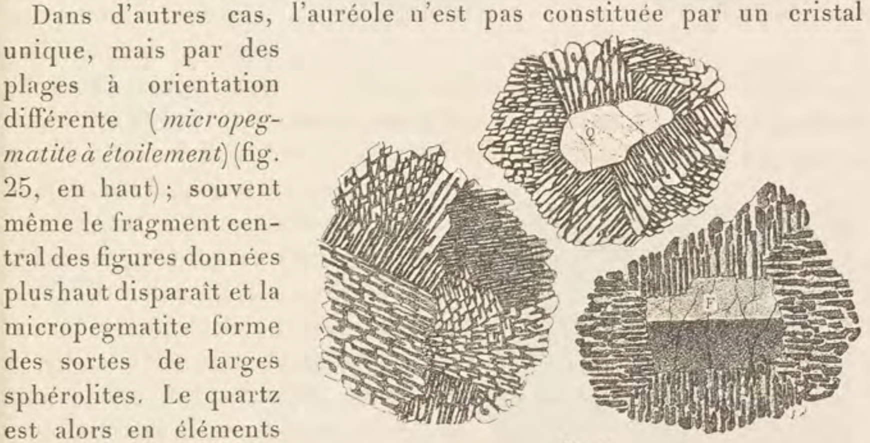


Fig. 24.
Micropegmatites auréolées. (Lame mince de la micropegmatite de Calasima (*Corse*). En haut, un grain de quartz (Q) est entouré d'une auréole de micropegmatite d'orthose et de quartz, dont le quartz est orienté comme le grain central (le feldspath a été éteint). A droite en bas, c'est l'inverse qui se produit : le feldspath de l'auréole est orienté comme le cristal de feldspath central (F). A gauche en bas, micropegmatite dépourvue de cristal central.

1. On peut voir, tome I, page 93, des groupements pegmatoïdes *de quartz et de tourmaline* (fig. 8 et 9) ; j'ai signalé, dans le même volume, des groupements analogues de quartz et de muscovite (page 338), de quartz et de cordiérite (page 521).

sphérolites fibreux à croix noire (*sphérolites pétrosiliceux*) : ceux-ci sont en réalité constitués par du feldspath imprégné de quartz (fig. 25, à droite en bas) et parfois aussi de matière vitreuse. Ces passages des micropegmatites aux sphérolites pétrosiliceux ont été mis en évidence par les travaux de M. Michel-Lévy (*A. M.* VIII. 400. 1875 et *Struct. et classific. des roch. érupt.* 1889. 21).

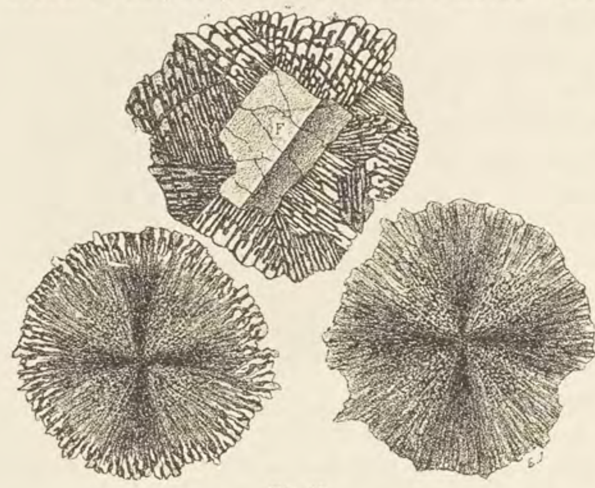


Fig. 25.
Micropegmatites à étoilement, passant (figures inférieures) aux sphérolites à croix noire (Lame mince de la micropegmatite de Calasima).

Les groupements micropegmatiques se rencontrent comme éléments microscopiques des micropegmatites, des rhyolites (porphyres) pétrosiliceuses et à quartz globulaire ; le feldspath y est constitué par de l'orthose, sodique ou non ; on les trouve aussi dans les diorites, diabases, gabbros quartzifères et particulièrement dans ceux qui contiennent de l'orthose.

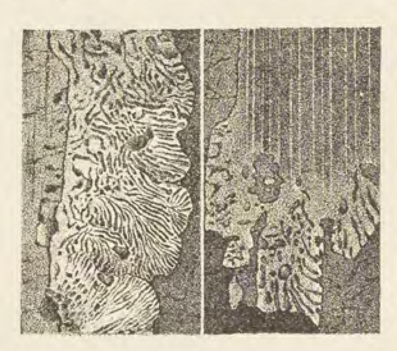


Fig. 26.
Groupements de feldspaths et de quartz vermiculé. A droite, oligoclase de la granulite de Frugières-le-Pin (*Haute-Loire*); à gauche, orthose du gneiss granulitique de Saint-Bonnet près Condat (*Cantal*).

A ce genre d'associations de feldspath et de quartz, il y a lieu d'ajouter ceux qui renferment le quartz de corrosion (fig. 26) (Fouqué et Michel-Lévy) ou vermiculé (Michel-Lévy). Dans une plage feldspathique, il se développe du quartz qui, dans les lames minces, offre l'apparence de larmes ou de gouttelettes (fig. 26), au lieu de présenter des formes géométriques comme dans la micropegmatite. Il existe des passages entre ces deux catégories de groupements : il est probable que beaucoup de ces groupements vermiculés sont d'origine secondaires.

β) *Groupements pœcilitiques et micropœcilitiques.* — Tandis que les

groupements pegmatiques sont fréquents dans les roches acides, c'est dans les roches basiques que se rencontrent le plus souvent les groupements pœcilitiques. Dans ceux-ci, un même cristal de feldspath englobe un grand nombre de cristaux d'un ou plusieurs minéraux n'ayant entre eux aucune relation d'orientation, ou bien, inversement, c'est un autre minéral qui englobe des cristaux ou des grains diversement orientés de feldspath.

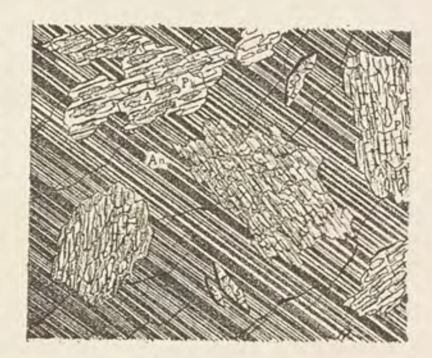


Fig. 27.
Groupement pœcilitique de bytownite (An), de pyroxène (P), ouralitisé (A) et de sphène (S) du gneiss pyroxénique des environs de Montbrison. (Lame mince : grossissement de 15 diamètres.)

Les gneiss à pyroxène montrent souvent de grands cristaux de labrador, de bytownite ou d'anorthite, englobant des grains ou des cristaux de pyroxène (fig. 27). En faisant miroiter à la lumière un clivage de feldspath, on voit le pyroxène former au milieu de celui-ci des taches noires[1]. J'ai décrit des groupements d'anorthite et de pyroxène du même genre dans les cornéennes de contact de la lherzolite de l'Ariège.

Les diorites et gabbros de Levie et de Santa Lucia de Tallano (*Corse*) présentent souvent des cristaux de hornblende brune de plusieurs centimètres, englobant des cristaux nets d'hypersthène et de feldspath, avec lesquels ils constituent une structure pœcilitique facile à voir, même sans le secours du microscope (fig. 4, page 673, tome I).

La même structure se rencontre dans les éléments microscopiques des roches (groupements micropœcilitiques).

Dans beaucoup de basaltes d'Auvergne, le feldspath du second temps, au lieu de se produire en microlites, forme des plages qui englobent une grande quantité de microlites d'augite diversement orientés.

1. Les groupements pœcilitiques (*lustremottling* des minéralogistes anglais) sont fréquents dans les roches non feldspathiques : bronzite (bastite) et olivine (serpentine) des harzburgites, hornblende et olivine des picrites à hornblende (*Ariège*), etc. ; enfin, on en trouve de magnifiques exemples, qui pourraient être considérés comme type de cette structure, dans les cristaux de calcite de Fontainebleau, qui ont englobé des grains de sable quartzeux (grès dit cristallisé de Fontainebleau) et dans certains cristaux de gypse d'Algérie également riches en grains de quartz (voir à *gypse* et à *calcite*).

Enfin, dans les roches acides, les rhyolites (porphyres) à quartz globulaire montrent souvent des groupements pœcilitiques de feldspath et de quartz, les grains ou microlites feldspathiques étant englobés dans des éponges de quartz à orientation homogène (*quartz globulaire* de M. Michel-Lévy; voir à *quartz*).

Les mêmes groupements sont fréquents dans les roches microlitiques altérées, quartzifiées par voie secondaire (trachytes, andésites quartzifiées, etc.)[1].

b) *Groupements ophitiques*. — Le nom de « structure ophitique » a été donné par M. Michel-Lévy (*B. S. G.* VI. 156. 1877) à la disposition réalisée dans les ophites des Pyrénées et dans un très grand nombre de roches basiques (diabases, basaltes, labradorites, etc.). Elle consiste essentiellement en ce qu'un plus ou moins grand nombre de cristaux de feldspaths (tricliniques) aplatis suivant $g^1(010)$ sont englobés par un cristal de pyroxène (fig. 28). Tantôt, cette disposition est visible à l'œil nu (groupements ophitiques de certaines ophites à grands éléments des gabbros de Corse et des Alpes, du Pallet, etc.); tantôt, il faut employer le microscope pour la déceler (groupements microphitiques) [basaltes, la plupart des ophites des Pyrénées, etc.].

Fig. 28.
Lame mince de l'ophite de Pouzac (*Hautes-Pyrénées*), montrant le groupement ophitique de labrador (L) et d'augite (P). (Lumière polarisée.)

Bien que dans le langage pétrographique la dénomination de « structure ophitique » soit réservée aux groupements de feldspath et de pyroxène, on peut l'appliquer aussi à ceux qui sont représentés par la fig. 3 de la page 63 du tome I : on y voit de l'albite aplatie suivant g^1 (010) moulée par des plages de quartz, par de la cassitérite, de la topaze, etc. Ces divers minéraux jouent le même rôle que le pyroxène dans les ophites normales.

1. J'ai décrit de remarquables exemples de groupements pœcilitiques non feldspathiques dans toutes les roches à dipyre de contact des ophites. (Voir à *dipyre*.) On l'observe aussi dans les néphélinites (microlites d'augite englobés dans de grandes plages de néphéline) ; elle est le résultat d'une transformation secondaire dans les ophites dipyrisées et ouralitisées (amphibole englobée par le dipyre).

c) *Groupements dentelliformes.* — Je propose de désigner sous le nom de *groupements dentelliformes* et *microdentelliformes* les associations régulières de feldspath et d'un élément coloré, associations que l'on rencontre fréquemment réalisées dans la nature et particulièrement dans les schistes cristallins. L'élément coloré (pyroxène, amphibole) est formé par des cristaux creusés de cavités qui dans les lames minces se présentent sous une forme dentelée, dont les *jours* sont limités, soit par des contours anguleux en rapport avec la symétrie cristalline du minéral, soit par des contours arrondis.

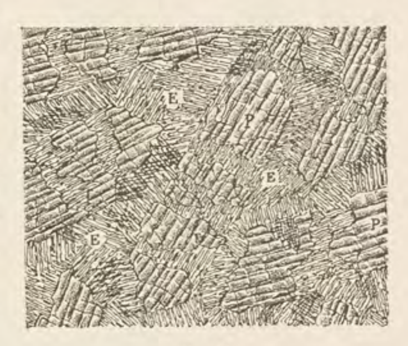


Fig. 29.
Lame mince de l'éclogite de Bouvron (*Loire-Inférieure*) montrant de grands cristaux d'omphazite (P) se transformant en un groupement microdentelliforme de smaragdite et d'albite.

Le feldspath (généralement triclinique), au lieu de former une plage unique comme dans le cas de la structure pegmatique, est constitué par des plages grenues ne présentant le plus souvent aucune orientation les unes par rapport aux autres. Ce feldspath remplit tous les *jours* de la dentelle formée par le silicate coloré.

Comme exemple de ces groupements[1], je citerai ceux d'amphibole et de labrador des amphibolites de Marmagne (Michel-Lévy : *B. S. M.* I. 41. 1878), ceux d'albite, d'amphibole et de pyroxène, que j'ai décrits, dans les éclogites, les gneiss amphiboliques et pyroxéniques de la Loire-Inférieure (*B. S. M.* XII. 1889; *B. Sc. nat. Ouest*, I. 1892) (fig. 29).


Fig. 30.
Lame mince de la lherzolite transformée du Tuc d'Ess en Coulédoux, montrant des groupements dentelliformes de hornblende et d'anorthite.

La figure 30 représente des groupements dentelliformes d'anorthite et d'amphibole verte produits par transformation de la lherzolite du Tuc d'Ess (voir à *anorthite*).

Comme variétés de groupements dentelliformes, on peut distinguer

1. Cette structure dentelliforme s'observe aussi par le groupement de grenat et de quartz; d'amphibole, de pyroxène et de quartz, etc.

les *groupements kélyphitiques*, qui s'observent dans les péridotites (serpentines), les diallagites, dans les gneiss amphiboliques grenatifères, etc.; l'amphibole est allongée suivant l'axe vertical et implantée perpendiculairement à la surface des cristaux de grenat.

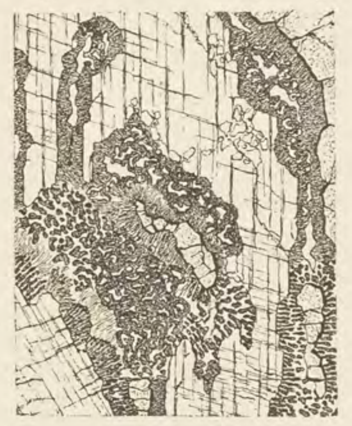


Fig. 31.
Lame mince de la diallagite à grenat de Moncaup (*Haute-Garonne*). Un grand cristal de diallage renferme un grain de pyrope. Aux dépens de ces deux minéraux se forment de l'anorthite et de l'amphibole en groupements microdentelliformes et microkélyphitiques.

Les *groupements kélyphitiques* sont des *groupements dentelliformes à étoilements*. Au point de vue de la disposition, ils peuvent, dans une certaine mesure, être comparés aux groupements de micropegmatites représentés par la fig. 25 et donnant des globules à étoilements : mais ils présentent avec eux cette différence que l'élément central du groupement est toujours différent de ceux qui constituent la zone kélyphitique.

Ces kélyphites forment aux cristaux de grenat une enveloppe concen-

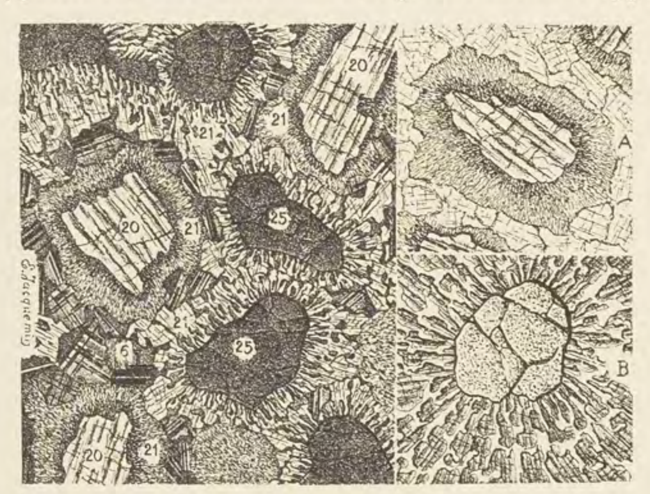


Fig. 32.
Groupements microkélyphitiques d'amphibole et de plagioclase autour du grenat (25) de l'éclogite de Gerscao en Plounévez (*Finistère*). La roche renferme, en outre, du pyroxène (20), se transformant en un semblable mélange. En A et en B mêmes groupements (autour du pyroxène A et du grenat B).

trique, ayant parfois une épaisseur notable. A l'œil nu, elles semblent

formées par de l'amphibole fibreuse. L'emploi du microscope permet de déceler leur véritable nature.

Des groupements microscopiques du même genre se rencontrent dans les gneiss à pyroxène de Bretagne (structure microkélyphitique) (fig. 32).

Inclusions. Suivant leur origine, les divers feldspaths peuvent posséder des inclusions microscopiques (primaires ou secondaires), gazeuses, liquides ou vitreuses, qui sont parfois régulièrement orientées sur leur hôte, sans cependant présenter rien de caractéristique. Il n'en est pas de même pour certaines inclusions que peuvent posséder l'adulaire, l'albite, l'oligoclase et le labrador, pour l'étude desquelles je renvoie à ces articles.

Altérations. Les feldspaths présentent un nombre considérable de modes d'altérations. Les uns se montrent indistinctement dans tous les feldspaths; d'autres, au contraire, sont spéciaux à quelques-uns d'entre eux. On peut les résumer de la façon suivante :

Altérations atmosphériques. — *a*) Transformation en minéraux phylliteux. — Les minéraux secondaires que je désigne sous ce nom sont caractérisés par l'existence d'un clivage facile suivant la base; ils se présentent sous la forme de petites paillettes ; ce sont la muscovite (damourite), la kaolinite, l'hydrargillite et enfin la chlorite.

α) Damouritisation. — La transformation en mica est fréquente dans tous les feldspaths. Elle se propage le plus souvent dans les clivages faciles [1]; peu à peu le minéral est comme rongé et parfois entièrement transformé en paillettes d'un mica incolore. Celles-ci sont souvent cryptocristallines, mais elles sont parfois de taille suffisante pour que l'examen de leurs propriétés optiques soit possible; l'écartement des axes est généralement très faible, ce qui m'engage à assimiler un grand nombre de ces micas à la variété de muscovite désignée sous le nom de *damourite*.

Les feldspaths transformés en micas deviennent tout d'abord troubles, puis ils perdent leur aspect vitreux, pour prendre un aspect cireux ; leur

1. Le mica secondaire se produisant souvent le long des clivages p (001), g^1 (010) des feldspaths, on comprend pourquoi dans les lames minces de roche les paillettes micacées de feldspath altéré se présentent souvent orientées dans deux directions rectangulaires ou voisines seulement de 90°. Les clivages m (110) de l'orthose de l'Ariège sont aussi recouverts d'un enduit nacré de damourite.

dureté diminue, leur densité augmente. A l'œil nu, ils apparaissent souvent d'un beau jaune. Le résultat de cette transformation a été désigné par divers auteurs sous le nom de *pinitoïde* : le granite de Romanèche (*Saône-et-Loire*) donne de superbes exemples de ces produits jaune d'or; la prétendue *villarsite* du granite du Forez et du Morvan, dont il a été question tome I, page 194, n'est pas autre chose que du feldspath damouritisé.

Cette transformation est souvent irrégulière, affectant tantôt le centre, tantôt la périphérie des cristaux. Dans les feldspaths zonés, certaines zones sont parfois altérées, alors que d'autres sont intactes. On rencontre ce mica blanc associé à de l'épidote, du quartz, de la calcite.

Enfin, dans les pegmatites, le développement de muscovite drusique formée aux dépens des feldspaths est parfois accompagné de cristallisation de quartz et d'albite.

Par analogie avec leur composition chimique, on peut supposer que le mica secondaire formé aux dépens des feldspaths tricliniques sodocalciques se rapporte dans certains cas à la paragonite. Les propriétés optiques sont impuissantes à démontrer cette hypothèse et les essais chimiques ne sont guère possibles pour assurer sa vérification.

Delesse a analysé les feldspaths tricliniques de beaucoup de roches des Vosges; dans quelques-uns d'entre eux, et particulièrement dans ceux de la diabase de Ternuay (*Haute-Saône*), il a constaté la présence d'une quantité notable de magnésie, de potasse et d'eau. En réunissant ces substances à la chaux et à la soude, il a obtenu un rapport d'oxygène conduisant à une formule intermédiaire entre celle du labrador et celle de l'anorthite. Considérant ces feldspaths comme une espèce définie, il l'a désignée sous le nom de *vosgite* (*A. M.* XII. 287. 1847).

SiO^2	49,32
Al^2O^3	30,07
Fe^2O^3	0,70
MnO	0,60
CaO	4,25
MgO	1,96
Na^2O	4,85
K^2O	3,45
H^2O	3,15
	99,35

L'examen microscopique montre que le feldspath de Ternuay dont

l'analyse vient d'être donnée n'est autre chose qu'un labrador incomplètement transformé en mica : le nom de *vosgite* doit donc être rayé de la nomenclature minéralogique.

β) Kaolinisation. — Un stade plus avancé de décomposition conduit à la formation de kaolinite par perte complète des alcalis, sans apport de magnésie comme dans le cas précédent (décomposition par l'action des eaux météoriques chargées d'acide carbonique et enlevant les alcalis sous forme de carbonates solubles). La transformation du feldspath s'effectue suivant la même marche que pour la damouritisation ; le produit altéré est souvent d'un beau blanc de neige. La dureté du feldspath diminue, et sa densité devient également plus faible (distinction d'avec la damouritisation). On sait que ce sont surtout les feldspaths acides (orthose, microcline, albite) qui présentent ce mode de décomposition, origine première des gisements de kaolin. La kaolinite ainsi formée par altération des feldspaths reste sur place ou va se concentrer mécaniquement dans des poches ou fissures.

L'examen microscopique montre que généralement les paillettes de kaolinite sont de plus petite taille que celles des micas.

On a vu, à la page 464 du tome I, que la kaolinisation des feldspaths n'est pas toujours un phénomène de décomposition superficielle. Je reviendrai sur ce sujet page 49.

γ) Transformation en chlorite. — Dans les roches très altérées, il n'est pas rare de voir les feldspaths imprégnés de chlorite ; à ce point de vue il y a lieu de signaler les transformations en pennine (pseudophite) de l'orthose de SainteMarie-aux-Mines (fig. 33) dont il a été question page 388 du tome I. Cette transformation s'effectue par départ d'alcalis et apport de magnésie, de fer empruntés aux éléments voisins.

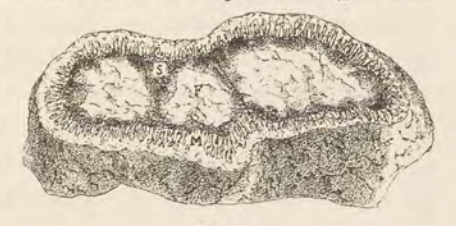


Fig. 33.
Nodule feldspathique des cipolins de la carrière Saint-Philippe, entouré d'une zone fibrolamellaire de phlogopite. L'orthose (F) se transforme en pseudophite. (Réduction de 1/3 environ.)

Dans quelques gabbros de Corse (groupe supérieur de la première série basique signalée page 590 du tome I), les feldspaths tricliniques se transforment en pennine grenue d'un vert clair. Dans un échantillon de Sant' Agostino près Sermano, que m'a communiqué M. Nentien, on peut suivre les diverses phases de la corrosion graduelle des feldspaths. Il faut peut-être considérer

cette chloritisation comme un cas particulier de la saussuritisation, car parfois, dans la même roche, on voit se développer, dans le feldspath non chloritisé, de grands cristaux de zoïsite et même tous les minéraux habituels de la saussurite qui se mêlent à la chlorite. Ces gabbros sont généralement riches en glaucophane.

δ) Transformation en glauconie. — Ce genre de transformation ne s'observe que dans les calcaires sédimentaires ou tertiaires, dans lesquels les grains clastiques d'orthose, de microcline, sont parfois très fissurés et imprégnés de paillettes de glauconie qui, peu à peu, envahissent complètement le minéral et le transforment en un agrégat de lamelles vertes excessivement fines. Les calcaires cénomaniens des environs du Havre m'ont fourni les plus beaux exemples de ce genre d'altération.

Ces transformations se sont opérées dans le fond des mers (voir tome I, page 409), sans l'intervention d'agents chimiques autres que ceux qui sont dissous dans l'eau de mer. C'est pourquoi j'ai placé ici ce genre d'altération.

ε) Transformation en hydrargillite. — Cette transformation s'observe surtout dans les roches basiques et particulièrement dans les basaltes, dont les microlites sont transformés souvent d'une façon complète en petites lamelles d'hydrargillite ; ce minéral se distingue aisément des précédents par la grande obliquité des extinctions des sections de la zone perpendiculaire au clivage, par les macles polysynthétiques rappelant celles des feldspaths tricliniques, par le signe positif de la bissectrice aiguë oblique au clivage. La biréfringence est d'environ $n_g - n_p = 0,019$ (voir à hydrargillite). Le même minéral forme généralement, sur les parois des cavités de la roche, des croûtes fibrolamellaires se prêtant bien à l'examen des propriétés optiques.

b) Transformation en calcite, épidote, quartz. — Les pseudomorphoses en calcite, épidote, quartz sont fréquentes et ne présentent pas de particularités bien remarquables.

c) Dipyrisation. — J'ai décrit avec détail (*B. S. M.* XIV. 16. 1891) les phénomènes de transformation en dipyre des feldspaths tricliniques basiques des diabases amphiboliques et des ophites des Pyrénées. La marche de cette altération est toujours la même ; dans les fentes des feldspaths ou sur la périphérie des plages, on voit apparaître du dipyre, qui par corrosion gagne de proche en proche et finit par épigéniser totalement le minéral aux dépens duquel il se produit. Un même cristal

de dipyre de grande taille se forme parfois par la corrosion d'un grand nombre de cristaux de feldspath. La roche ainsi transformée est alors à beaucoup plus grands éléments qu'à l'état intact. Ce fait est surtout remarquable quand la dipyrisation a lieu aux dépens de roches de contact microlitiques ou finement grenues. La dipyrisation est presque toujours accompagnée d'ouralitisation du pyroxène.

Les ophites dipyrisées se reconnaissent aisément à l'œil nu ; l'élément blanc devient très apparent, d'un blanc de lait. La roche perd généralement de sa ténacité.

Fig. 34.
Lame mince d'une diabase du port de Saleix (*Ariège*) montrant la transformation progressive du labrador (L) en dipyre (W) ; à droite se trouve un cristal d'augite (P). (Lumière polarisée.)

La dipyrisation est un phénomène qui a commencé à se produire à une époque lointaine de l'histoire des roches pyrénéennes ; elle ne peut cependant être considérée comme liée nécessairement aux phénomènes dynamométamorphiques contemporains des plissements pyrénéens, car j'ai observé des échantillons dans lesquels le dipyre a subi des actions mécaniques puissantes (structure en ciment), alors que souvent on rencontre ce minéral se formant aux dépens d'éléments anciens écrasés ou aux dépens de roches n'ayant subi aucune déformation mécanique. A Lez (*Haute-Garonne*), il est facile de constater que la dipyrisation est un phénomène superficiel qui se continue certainement à l'heure actuelle. A Pouzac et à Castillon, on voit en outre nettement que le phénomène se propage le long des diaclases, facilitant la pénétration des eaux atmosphériques dans la masse ophitique.

d) Zéolitisation. — Dans les gisements français, je n'ai observé de transformations de feldspaths (orthose, anorthose) en zéolites que dans les syénites néphéliniques de Pouzac (*Hautes-Pyrénées*), dans les enclaves homœogènes (syénite néphélinique ou sodalitique) de quelques phonolites néphéliniques du Plateau Central et enfin dans la néphélinite porphyroïde du puy de Saint-Sandoux. Cette zéolitisation [formation de mésotype, d'hydronéphélite et plus rarement (Saint-Sandoux) de christianite] commence toujours aux dépens de la néphéline et des minéraux du groupe de la sodalite, pour se propager ensuite dans les feldspaths.

Au milieu des fragments de gneiss et de granite englobés et métamorphisés par les roches volcaniques basiques et acides du Plateau Central, on trouve souvent (*Les encl. des roch. volc.*) des zéolites (christianite, thomsonite, rarement apophyllite) ayant emprunté leurs éléments aux feldspaths, mais ceux-ci ont été préalablement fondus : ce n'est donc pas, à proprement parler, une pseudomorphose dont il s'agit ici, bien que, dans certains cas, la zéolitisation ait pu attaquer les fragments feldspathiques encore intacts.

La même observation peut être faite au sujet des zéolites (chabasie et stilbite) que j'ai trouvées dans l'ophite de Lez près Saint-Béat (*Haute-Garonne*), dans celle de Pouzac (*Hautes-Pyrénées*), etc. ; celles-ci se sont produites dans le feldspath (labrador) après sa transformation en dipyre ; c'est ce dernier minéral qui semble avoir été décomposé à son tour pour donner naissance aux minéraux qui viennent d'être signalés.

e) Transformation en wollastonite. — Les gneiss à pyroxène de Roguédas (*Morbihan*), de Saint-Clément (*Puy-de-Dôme*) et de Saint-Félicien (*Ardèche*) renferment de la wollastonite, qui, au moins en partie, est d'origine secondaire et produite aux dépens de l'anorthite de ces roches. A Roguédas, le feldspath se remplit peu à peu de fibres de wollastonite offrant souvent les macles suivant h^1 (100) ; par places elles forment des faisceaux plus ou moins parallèles ou divergents, ailleurs elles s'enchevêtrent de la façon la plus irrégulière, puis peu à peu le feldspath est totalement épigénisé (fig. 35).

Fig. 35.
Lame mince du gneiss à pyroxène de Roguédas (*Morbihan*) dont l'anorthite a été entièrement transformée en wollastonite (47) qui englobe le pyroxène (20) et le sphène (14).

Altérations spéciales aux régions dynamométamorphisées. — Saussuritisation. — Les plagioclases basiques (labrador, bytownite, anorthite) des gabbros des régions dynamométamorphisées, et particulièrement ceux (euphotides) des Alpes et de Corse, présentent souvent une transformation profonde.

Ils sont remplacés par une masse finement grenue, à éclat mat, d'un blanc bleuâtre, grisâtre ou verdâtre, dont la densité est généralement plus grande que celle des feldspaths et atteint 3,40. Ce produit fut d'abord considéré comme une substance spéciale. H. B. de Saussure (*Voyage dans les Alpes*, I. 114. 1787) l'a rapporté au jade; Delametherie l'a désigné sous le nom de *lehmanite* (*Théorie de la Terre*, II. 354. 1797) ; enfin Th. de Saussure l'a décrit sous celui de *saussurite* (*J. M.* XIX. 205. 1806), sous lequel il a été désigné jusqu'au jour où les études microscopiques ont définitivement montré son hétérogénéité (voir notamment Cathrein, *Z. K.* X. 444. 1885).

D'une façon générale, les feldspaths saussuritisés sont transformés en un mélange de zoïsite, d'épidote, de feldspath acide (ordinairement albite) avec souvent des amphiboles (trémolite et actinote) incolores ou peu colorées, et parfois du grenat, du rutile, plus rarement une wernerite, du quartz; consécutivement les pyroxènes sont ouralitisés (smaragdite, glaucophane, etc.).Ces transformations présentent des différences individuelles considérables, et il me paraît utile de donner la description de quelques échantillons de localités françaises permettant de préciser la nature de ces différences.

Ces phénomènes de saussuritisation se rencontrent exclusivement dans les gabbros de régions dynamométamorphisées; ils sont souvent accompagnés par une structure schisteuse rubanée, pseudofluidale, qui est le témoin des phénomènes mécaniques subis par les roches qui les présentent.

Dans le gabbro de Villarodin près Modane (*Savoie*), le feldspath triclinique primordial a totalement disparu : il est remplacé par des grains irréguliers d'épidote et de zoïsite se touchant presque tous et moulés par des plages globuleuses et irrégulières d'un feldspath non maclé, qui, par le signe positif de sa bissectrice aiguë, l'écartement de ses axes optiques ($2V = 75°$ à $80°$), paraît être de l'albite. Il existe en outre quelques aiguilles d'une amphibole incolore en lames minces. L'albite forme souvent une enveloppe relativement pauvre en épidote aux grands cristaux de diallage en voie d'ouralitisation. Dans d'autres échantillons, la structure originelle de la roche est à peine visible au microscope, le diallage est totalement transformé en amphibole verte ou en glaucophane. Ces deux minéraux sont extrêmement abondants, mélangés aux produits de saussuritisation, à du sphène secondaire et par places à de la calcite (voir tome I, page 581).

Enfin, un dernier échantillon est plus transformé encore que les précédents, bien que par ses caractères extérieurs il ait conservé l'apparence d'un gabbro. L'examen microscopique montre qu'il est formé par de gros cristaux d'épidote, des cristaux allongés d'une glaucophane d'un bleu de Prusse foncé très pléochroïque, englobés par de l'albite et de la calcite ; il existe des fragments d'une biotite foncée ; le fer titané est transformé en sphène.

Dans des échantillons de gabbros (euphotides) du mont Genèvre, que j'ai examinés, le feldspath est entièrement transformé en grands cristaux prismatiques de zoïsite atteignant plusieurs millimètres, accompagnés de quelques aiguilles d'amphibole incolore et englobés par de grandes plages d'albite très rarement maclée. Par places et particulièrement au voisinage de grands cristaux de diallage ouralitisé (smaragdite), l'amphibole en petites aiguilles devient extrêmement abondante.

Les gabbros (euphotides) à smaragdite de Corse offrent des transformations analogues.

Dans la norite d'Arvieu (*Aveyron*), tandis que la bronzite se transforme en anthophyllite, le labrador se décompose en albite grenue, grenat grossulaire, actinote, etc.

Transformation par fumerolles acides. — α) Transformation en tourmaline. — J'ai décrit dans le tome I, page 98, des pseudomorphoses de gros cristaux d'orthose de la microgranulite de Chaludet (*Puy-de-Dôme*) en tourmaline fibreuse. Quand le remplissage du cristal d'orthose est incomplet, la tourmaline y présente des formes nettes à l'extrémité libre des fibres divergentes (fig. 36).



Fig. 36.
Cristal d'orthose de Chaludet (*Puy-de-Dôme*) transformé en tourmaline. (Grandeur naturelle.)

Ces transformations ont été opérées par voie de fumerolles et sont comparables aux pseudomorphoses d'orthose en cassitérite du Cornwall ; elles sont identiques à celles qui ont été observées par Breithaupt dans l'orthose de Johann-Georgenstadt (*in* Blum, *Pseudomorph.* II. 136).

On a vu, page 465 du tome I, que beaucoup de gisements de kaolin renfermant de la cassitérite se sont vraisemblablement produits par l'action de fumerolles fluorées sur les feldspaths.

β) Transformation en alunite. — Les tufs andésitiques et trachytiques du ravin de la Craie au Mont-Dore ont été traversés par des émanations sulfureuses (voir à *soufre*) qui les ont profondément altérés. Les feldspaths potassiques (sanidine, anorthose, etc.) ont été, de même que la masse de la roche, plus ou moins attaqués et transformés en alunite, alors que les plagioclases résistaient davantage. Au microscope, on constate que les feldspaths altérés sont remplacés par de petites plages d'alunite faciles à reconnaître par leurs propriétés optiques. Le clivage parallèle à a^1 (0001) est perpendiculaire à l'axe optique unique positif. La biréfringence maximum $n_g - n_p = 0,020$. On peut distinguer dans les géodes de petits rhomboèdres basés du même minéral. La roche altérée est souvent riche en soufre natif, qui vient remplir les vides laissés par la destruction complète de grands cristaux feldspathiques.

Transformations par fumerolles à sels alcalins. — Les roches feldspathiques enclavées par les magmas volcaniques acides (trachytes, andésites à biotite ou hornblende) ont subi des phénomènes de résorption parfois très intenses, souvent facilités par une fusion préalable. J'ai décrit (*Les encl. des roches volc.* 1893) de nombreux exemples de feldspaths monocliniques ou tricliniques de gneiss ou de granite (enclavés dans les roches trachytiques d'Auvergne) corrodés et nourris par de l'orthose sodique récente, géométriquement orientée sur les fragments anciens (fig. 17) : la production de ce dernier minéral est due à l'action, sur les éléments de l'enclave, des fluides alcalins ayant accompagné l'émission de la roche volcanique.

Dans les andésites et les trachytes enclavés par les trachytes plus récents du mont Dore, les grands cristaux de sanidine atteignant plusieurs centimètres de longueur sont fréquemment plus ou moins corrodés et remplacés par un agrégat miarolitique de sanidine, de tridymite, d'augite, d'hypersthène, etc. : ces minéraux se sont produits par le même mécanisme que dans les enclaves énallogènes.

Transformation sous l'action de la chaleur. — Les feldspaths des enclaves quartzofeldspathiques que l'on rencontre en grande abondance dans les roches volcaniques d'Auvergne ou dans leurs tufs ont souvent subi des transformations physiques très intenses. Ils sont *étonnés*, leurs clivages s'ouvrent largement, puis ils fondent progressivement et parfois recristallisent en présentant de nombreuses particularités pour la description desquelles je renvoie à mon mémoire

déjà cité. Le minéral se charge d'inclusions gazeuses, vitreuses, qui le rendent trouble. L'orthose est optiquement déformée [tufs basaltiques du Velay et en particulier de La Denise près le Puy (*Haute-Loire*)].

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le groupe des feldspaths est l'un des plus importants, non seulement à cause des intéressantes propriétés qui ont été exposées plus haut et qui seront étudiées plus en détail dans les paragraphes suivants, mais encore à cause du rôle considérable que ses divers membres jouent dans la constitution des roches.

Aussi me paraît-il utile de donner ici quelques indications générales sur les conditions dans lesquelles on les trouve, ce qui évitera des répétitions dans les paragraphes spéciaux à chacun d'entre eux.

Les feldspaths se rencontrent dans les diverses catégories suivantes de gisements :

1° *Dans les roches éruptives.*

α. *Comme élément essentiel.*

Les feldspaths constituant l'élément essentiel et souvent caractéristique de la plupart des roches éruptives, je crois devoir rappeler sommairement ici les principes de la classification et de la nomenclature pétrographique dont j'ai fait usage dans ce livre. Ce sont, avec quelques modifications, celles qui ont été à diverses reprises exposées par mes maîtres, MM. Fouqué et Michel-Lévy (*Minéralogie micrographique*, Paris, 1878, et Michel-Lévy, *Structure et classification des roches éruptives*, 1889).

Le principe de la classification repose sur la considération de la structure et de la composition minéralogique ; la nomenclature qui lui correspond permet de désigner une roche par ses propriétés intrinsèques seules, abstraction faite de toute notion extérieure. L'avantage d'une semblable classification saute aux yeux, car elle laisse les faits d'observation précis en dehors de toute question théorique sur le gisement ou l'origine de la roche étudiée. Les roches ainsi minéralogiquement spécifiées peuvent ensuite être groupées en familles géologiques, dont l'établissement et l'étude sortent du sujet de cet ouvrage.

TABLEAU DES GROUPES DE ROCHES ÉRUPTIVES

Éléments colorés caractéristiques	ROCHES FELDSPATHIQUES								ROCHES NON FELDSPATHIQUES						
	à Feldspaths non calcosodiques				à Plagioclases calcosodiques				à Feldspathoïdes			sans Feldspathoïdes			
	avec Quartz	seuls	avec Feldspathoïdes		avec Quartz	seuls	avec Feldspathoïdes								
			Néphéline	Leucite			Néphéline	Leucite	Néphéline	Leucite	Mélilite	Micas	Amphiboles	Pyroxènes	Olivine
I. ROCHES A STRUCTURE GRENUE OU OPHITIQUE (*Un seul temps de consolidation, ou plusieurs temps successifs sans discontinuité tranchée ; roches holocristallines.*)															
Micas		Syénites micacées (Minettes)	Syénites néphéliniques et leucitiques		Kersantites quartzifères	Kersantites									
Amphiboles	Granites (Granites, Granulites et Pegmatites)	Syénites			Diorites quartzifères	Diorites	Teschenites								
Pyroxènes: Augite et Diopside		Syénites augitiques			Diabases quartzifères	Diabases			Ijolite				Amphibololites	Pyroxénolites	Péridotites
Pyroxènes: Diallage et Hypersthène					Gabbros et Norites quartzifères	Gabbros et Norites									
Olivine						Diabases, Gabbros, Norites à olivine	Teschenites à olivine								
II. ROCHES A STRUCTURE PORPHYRIQUE, MICROLITIQUE OU SEMI-OPHITIQUE (*Deux temps de consolidation nettement tranchés : roches à résidu vitreux fréquent et souvent abondant.*)															
Micas, Amphiboles ou Pyroxènes	Micro-granulites et Rhyolites, Trachytes quartzifères	Trachytes	Phonolites	Leuco-phonolites	Dacites, Andésites et Labradorites quartzifères	Andésites et Labradorites	Téphrites	Leuco-téphrites	Néphélinites	Leucitites	Mélilitites	Biotilites	Hornblendites	Augitites	
avec en outre Olivine		Trachytes à olivine				Andésites et Labradorites à olivine Basaltes	Téphrites à olivine	Leuco-téphrites à olivine	Néphélinites à olivine	Leucitites à olivine	Mélilitites à olivine			Limburgites	

Les noms de *porphyres, orthophyres, porphyrites, mélaphyres*, sont ceux donnés autrefois aux rhyolites, trachytes, andésites ou labradorites et basaltes antétertiaires ; ils sont commodes pour le langage géologique, mais n'ont aucune valeur au point de vue de la classification.

Dans la série de roches sans feldspaths ni feldspathoïdes, il existe des types très variés de pyroxénolites et de péridotites. Les pyroxénolites diffèrent les unes des autres par la nature de leur pyroxène dominant (*diallagites, bronzitites, diopsidites*) ; les péridotites, d'après celle des pyroxènes accompagnant l'olivine (*picrites, harzburgites, wehrlite, lherzolites*). Il existe même des types sans pyroxènes (*dunites*) (voir tome I, à *olivine*).

Dans la série microlitique, les andésites et les labradorites se distinguent les unes des autres par la nature du plagioclase microlitique.

A. Lacroix, *Minéralogie de la France*. T. II, p. 51.

La *considération de la structure* permet de distinguer les roches éruptives en deux grands groupes, celui des *roches grenues*, holocristallines (*granites*, *diorites*, *gabbros*, *péridotites*, etc.) et celui des roches microlitiques, dans la cristallisation desquelles il est possible de distinguer nettement deux périodes et dans lesquelles il existe le plus souvent un résidu vitreux non cristallisé.

La *considération de la composition minéralogique* conduit à introduire dans ces deux groupes des divisions empruntées — pour les roches à structure grenue, en premier lieu à l'élément ferrugineux et en second lieu à la nature du feldspath qui l'accompagne, — pour les roches à structure microlitique, tout d'abord à la nature du feldspath du second temps de consolidation (microlites) et ensuite aux éléments ferrugineux.

Le tableau ci-joint donne une vue d'ensemble sur les différents types pétrographiques, dont chacun est susceptible de très nombreuses divisions secondaires.

Ce tableau est, à quelques modifications près, la reproduction de celui que j'ai donné dans mes conférences au Collège de France depuis plusieurs années et que j'ai publié en 1893 (*Les encl. des roches volc.*). Il fait disparaître cette dualité de noms pour les roches de même composition suivant quelles sont paléo- ou néo-volcaniques, dualité qui ne peut être admise dans une classification minéralogique.

En ce qui concerne les *roches grenues*, la nature du feldspath est indiquée à l'aide d'un adjectif, un *gabbro labradorique* étant un gabbro dont le feldspath appartient à la série du labrador. L'épithète d'*andésitique* est réservée pour désigner les roches dont les feldspaths appartiennent aux séries de l'oligoclase et de l'andésine, etc.

Dans les *roches microlitiques*, quand les microlites feldspathiques qui servent à dénommer la roche sont accompagnés de microlites d'un élément ferrugineux, celui-ci est spécifié par un adjectif, les éléments ferrugineux en cristaux du premier temps de consolidation étant ensuite énumérés (ils sont précédés de la préposition *à*) ; c'est ainsi qu'un *trachyte augitique à olivine* est une roche dont les microlites d'orthose (« *trachyte*... ») sont accompagnés de microlites d'augite (« ... *augitique*... »), la roche renfermant de grands cristaux d'olivine (« ... *à olivine* »).

Dans ce tableau de classification, il n'a pas été fait d'indication spéciale pour les roches à structure ophitique qui, dans les séries verticales, établissent le passage entre les roches grenues et les roches

microlitiques, ni pour les roches vitreuses qui portent le nom de *pechsteins* pour tout le groupe des roches quartzifères, d'*obsidiennes* pour la série des trachytes et des andésites, de *tachylites* pour les roches plus basiques.

Forme sous laquelle les feldspaths se rencontrent dans les roches éruptives.

a) *Roches grenues*. Les feldspaths des roches grenues se présentent avec des formes géométriques ou sans formes distinctes ; dans le premier cas, ils se rapportent ordinairement au type I ou II (voir page 25) ; ils ne sont généralement pas susceptibles d'être isolés en cristaux nets, sauf dans les roches à structure miarolitique[1] ; le plus souvent ils se sont gênés mutuellement au moment de leur cristallisation et ne forment que des cristaux arrondis ou même des plages irrégulières moulant les éléments plus anciens.

J'examinerai rapidement, au point de vue de la nature de leurs feldspaths, les différentes roches grenues, pour ne m'occuper, aux paragraphes spéciaux à chaque série feldspathique, que des gisements présentant quelque particularité intéressante.

Granite. — Dans le granite normal, le feldspath caractéristique est l'orthose, parfois accompagnée de microcline, d'anorthose. Les feldspaths sans forme distincte (sauf dans les granites porphyroïdes) sont postérieurs aux feldspaths tricliniques, qui, dans les granites normaux, appartiennent au groupe de l'oligoclase et de l'andésine, mais peuvent dans les granites à amphibole devenir plus basiques, atteindre le labrador, la bytownite et même l'anorthite [granite de Vaugneray (Michel-Lévy, *Ét. sur la détermin. des feldsp.*, 1893)]. Ces feldspaths basiques, généralement très zonés, sont surtout fréquents dans les granites à amphibole produits par métamorphisme endomorphe au contact de roches calcaires, elles-mêmes exomorphisées. De beaux exemples de faits de ce genre ont été mis en lumière par les travaux de M. Michel-Lévy (*op. cit.*). J'en ai moi-même trouvé de magnifiques dans les Pyrénées et notamment au sud d'Ax. Ces granites à amphibole passent à de véri-

1. La structure miarolitique est caractérisée par l'existence de cristaux à formes nettes, s'enchevêtrant et laissant entre eux des espaces vides que tapissent des cristaux distincts. Les filons granulitiques, les sanidinites des trachytes présentent de beaux exemples de cette structure.

tables diorites, par l'intermédiaire de diorites quartzifères, pauvres en quartz et en orthose.

L'orthose des granites présente de fréquentes associations microperthitiques avec de l'albite et plus rarement de l'anorthose.

Granulites. — Dans la granulite, les feldspaths, comme le quartz du reste, ont une grande tendance à prendre des formes propres, qui deviennent extrêmement fréquentes dans les filons miarolitiques où ont été recueillis quelques-uns des plus intéressants cristaux d'orthose qui seront décrits plus loin. Ils y sont accompagnés de cristaux d'albite, de quartz généralement enfumé, de muscovite, d'apatite, de tourmaline, etc.

De beaux cristaux d'orthose ou de microcline se trouvent aussi engagés dans les filons de quartz de pegmatites. Ce genre de gisement produit les plus gros cristaux de feldspath dont j'aurai l'occasion de parler plus loin. Leurs poids atteint parfois plusieurs kilogrammes.

Les feldspaths dominants des granulites sont l'orthose et le microcline, seuls ou associés. C'est dans cette catégorie de roches que le microcline atteint son maximum de développement. L'orthose et le microcline forment fréquemment, dans les pegmatites, des masses laminaires de très grande dimension, très souvent imprégnées de filonnets microscopiques de quartz et d'albite.

L'albite se rencontre aussi à l'état primaire dans nombre de granulites et d'une façon particulière dans celle des gisements stannifères (Montebras, Limousin, etc.), ainsi que dans les variétés filoniennes à grains fins, pauvres en plagioclases calcosodiques (aplites des environs de Nantes, etc.).

Il existe toute une catégorie de granulites dans lesquelles les plagioclases calcosodiques manquent à peu près totalement. Ces granulites, riches en orthose sodique, anorthose et albite, sont représentées en France par les granulites et aplites à riebeckite et ægyrine de Corse, décrites dans le tome I (page 695).

Les plagioclases calcosodiques (oligoclase, andésine, etc.) sont d'ordinaire peu abondants dans les granulites, mais ils se présentent, au contraire, en superbes échantillons dans celles de ces roches qui ont été endomorphisées à leur contact avec des roches cristallophylliennes ou sédimentaires basiques. Nous en retrouverons plus loin des exemples aux articles *oligoclase*, *andésine* et *anorthite*. C'est là un fait analogue à celui qui a été signalé plus haut au sujet du granite.

Syénites. — Les feldspaths essentiels des syénites sont l'orthose et l'anorthose, seuls ou associés et souvent groupés en microperthite avec l'albite ; le microcline s'y présente parfois. C'est dans quelques-unes de ces roches que se trouvent les groupements submicroscopiques d'orthose et d'albite désignés sous le nom de « kryptoperthite ». Ces feldspaths sont aplatis suivant g^1 (010), enchevêtrés et parfois moulés par du quartz (syénites quartzifères). Quand il existe des feldspaths tricliniques, ceux-ci prêtent aux mêmes remarques que dans le granite.

L'orthose et l'anorthose de ces syénites tend parfois à prendre des formes microlitiques en s'aplatissant beaucoup suivant g^1 (010) et en prenant une petite taille : on est ainsi conduit à des types trachytiques (*orthophyres*, *kératophyres*). Ces roches existent soit comme roches distinctes, soit comme forme de contact des syénites.

Syénite néphélinique. — L'orthose sodique, l'anorthose, quelquefois le microcline, seuls ou associés en microperthite entre eux ou avec de l'albite, et enfin l'albite constituent les feldspaths essentiels des syénites néphéliniques, dont les filons pegmatoïdes présentent fréquemment de gros cristaux : leurs larges masses laminaires feldspathiques sont comparables à celles des pegmatites granitiques. Dans les syénites néphéliniques, les feldspaths sont fréquemment aplatis suivant g^1, leurs intervalles sont moulés par de la néphéline ou de la sodalite, qui jouent alors le même rôle que le quartz dans le granite. Les plagioclases sont généralement rares (oligoclase).

Les syénites néphéliniques, par aplatissement de leurs feldspaths, et par leur diminution de taille, passent souvent à des phonolites (enclaves syénitiques des phonolites de la Haute-Loire) ou même perdent leur néphéline pour se transformer en trachytes (orthophyres) à microlites parfois palmés ou sphérolitiques (contact de la syénite néphélinique de Pouzac (*Hautes-Pyrénées*)).

Diorites, diabases, gabbros. — Dans ces différentes roches, les feldspaths essentiels sont exclusivement constitués par des plagioclases, généralement grenus, parfois aplatis suivant g^1, le plus souvent dépourvus de formes géométriques. Toute la série des plagioclases s'y rencontre, donnant des types andésitiques, labradoriques, anorthiques, parfois associés dans les différentes parties d'un même massif. Les feldspaths zonés sont parfois remarquablement beaux (sud d'Ax). Les feld-

spaths basiques de ces roches présentent souvent les phénomènes de schillerisation dont il sera question à l'article *labrador*.

Toutes ces roches sont susceptibles de présenter des types très basiques, riches en anorthite, et d'autres, au contraire, relativement acides passant latéralement au granite par introduction du quartz et de l'orthose : ces deux minéraux présentent alors la même structure que dans le granite, c'est-à-dire qu'ils moulent les feldspaths tricliniques. L'orthose est souvent associée au quartz sous forme de micropegmatite. Ces types acides de roches basiques peuvent donc se présenter comme produit endomorphe, soit de roches plus acides au contact de sédiments calcaires, soit de roches plus basiques au contact de roches elles-mêmes plus acides [norites quartzifères du Pallet (*Loire-Inférieure*)].

Dans les gabbros et les diabases, les feldspaths, au lieu d'être grenus et d'englober les pyroxènes, sont fréquemment aplatis suivant g^1 (010) et moulés par les pyroxènes (structure ophitique) : les roches offrant cette structure [gabbros (euphotides) de Corse et des Alpes, ophites des Pyrénées, etc.] établissent le passage avec les roches microlitiques, qui, elles aussi, offrent des types ophitiques.

b) *Roches microlitiques.* Dans les roches microlitiques, sauf exceptions qui seront indiquées plus loin, les feldspaths existent à deux états : en grands cristaux macroscopiques (phénocristaux), qui peuvent parfois (trachytes du mont Dore) atteindre plusieurs centimètres de longueur, et en cristaux microlitiques (second temps de consolidation).

Phénocristaux. — Les grands cristaux ou phénocristaux sont souvent d'origine intratellurique ; la plupart des microlites se sont formés dans le trajet filonien ou pendant l'épanchement de la roche microlitique.

La forme des grands cristaux peut être rapportée soit au type I, soit au type II. Les premiers sont généralement maclés suivant la loi de Carlsbad et en outre dans les feldspaths tricliniques suivant la loi de l'albite. Leur aplatissement suivant g^1 (010) est le plus souvent très net. Les faces sont peu nombreuses. Dans les trachytes du mont Dore, l'orthose (*sanidine*) atteint 3 à 4^{cm} de plus grande dimension. Les feldspaths tricliniques qui les accompagnent, au contraire, dépassent rarement 2 à 3^{mm}, et dans les roches microlitiques françaises les feldspaths tricliniques se présentent rarement en cristaux de plus grande dimension.

Les phénocristaux présentent de très fréquents phénomènes de corrosion dus à l'action du magma, qui sont souvent visibles sans le secours du microscope.

Microlites. — Le magma du second temps des *roches quartzifères* présente une structure tout à fait différente de celle des roches sans quartz. Dans les microgranites et les microgranulites, l'orthose, plus rarement (dacites) les feldspaths tricliniques, forment des grains arrondis, et parfois des cristaux nets moulés par du quartz ou accompagnés de grains de ce minéral ; dans les micropegmatites, le quartz et le feldspath sont associés sous forme de micropegmatites.

Dans les rhyolites (porphyres) à quartz globulaire, le feldspath a la même forme ; il est englobé par les éponges de quartz globulaire. Dans les rhyolites pétrosiliceuses, le feldspath se présente le plus souvent sous forme de sphérolites imprégnés de quartz dont il sera question à l'article *orthose*.

Dans les *roches non quartzifères*, les microlites ont les mêmes formes que les grands cristaux, mais ils sont beaucoup plus petits, atteignant rarement 1^{mm}; les cristaux du type I sont beaucoup plus aplatis encore que les grands cristaux. Dans les trachytes acides de la chaîne des Puys, les microlites d'orthose ont des formes très nettes qui peuvent être vues d'une façon distincte quand la matière vitreuse abonde ; ils sont limités par les faces p (001), a^1 $(\bar{1}01)$ ou $a^{1/2}$ $(\bar{2}01)$ (Michel-Lévy : *B. S. G.* XVIII. 721. 1890); ils sont groupés en dents de scie et maclés suivant la loi de Carlsbad (fig. 4 et 6, page 25).

Dans les phonolites, les formes des microlites d'orthose sont les mêmes, mais ils sont plus larges, à bords souvent indécis. Orientés dans la même direction, ils déterminent la fissilité de la roche, aussi, les sections minces de phonolite présentent-elles des aspects fort différents suivant qu'elles sont taillées parallèlement à la fissilité (les cristaux se présentent alors comme dans les figures 3 et 5) ou perpendiculairement (les sections offrent alors l'apparence de minces baguettes).

Les microlites de plagioclase des basaltes sont souvent aplatis suivant g^1 (010). Leurs formes sont difficiles à voir quand il n'existe pas beaucoup de verre ; les tachylites basaltiques se prêtent, au contraire, bien à cette étude ; leurs surfaces exposées à l'air mettent parfois en liberté les grands microlites après décomposition du verre qui les englobe. A Perier, près d'Issoire, les microlites aplatis de labrador sont limités par les formes p (001) et a^1 (101) ; ils sont maclés

suivant la loi de l'albite et souvent celle de Carlsbad (Michel-Lévy : *B. S. M.* X. 69. 1887).

Les microlites appartenant au type II, c'est-à-dire ayant la forme de bâtonnets allongés suivant $p\ g^1$ (001) (010), sont trapus (trachytes à olivine du mont Dore, enclaves diabasiques de la dacite de Saint-Raphaël, des trachytes et andésites du mont Dore, etc.), ou allongés et presque filiformes. Quand ils sont de grande taille, leur centre est parfois formé par de la matière vitreuse.

Il existe des roches microlitiques qui renferment deux catégories de microlites de taille différente, produits les uns pendant l'ascension du magma dans les cheminées souterraines, les autres pendant l'épanchement (certains basaltes de la Chaîne des Puys, etc.)

Enfin, il y a lieu de signaler le cas réalisé par le basalte à grands cristaux du mont Dore, dit « basalte demi-deuil », qui a été décrit par M. Michel-Lévy sous le nom de basalte *semi-ophitique*. Dans cette roche les cristaux du premier temps de consolidation sont constitués par de l'olivine ainsi que par de l'augite et du labrador en cristaux automorphes, groupés ophitiquement et noyés dans un magma microlitique.

Ces deux catégories de cristaux feldspathiques, phénocristaux et microlites, ne coexistent pas dans toutes les roches d'épanchement à structure microlitique. Les microlites manquent, en effet, parfois plus ou moins complètement. C'est ce qui a lieu dans les roches refroidies brusquement (obsidiennes, scories et ponces). Les grands cristaux existent alors seuls au milieu d'un verre plus ou moins homogène [obsidienne de Ramburtet, de Verrière (*Cantal*)[1] etc.].

Dans d'autres cas, au contraire, ce sont les phénocristaux qui manquent totalement. C'est ce qu'on observe en particulier dans les roches basiques (labradorites et basaltes) qui, épanchées en grandes masses et à haute température, se sont refroidies lentement [basaltes doléritiques (dolérites des anciens auteurs) du Plateau Central, Bouzentès près Saint-Flour, Seriers, Bercheval, Espinasse, Cussagol (*Cantal*), Battu (*Puy-de-Dôme*), andésite diabasique de Beaulieu près Aix

1. Dans beaucoup de pechsteins, de perlites (mont Dore) d'obsidiennes, ces grands cristaux manquent eux-mêmes et la roche est entièrement vitreuse, mais je n'ai pas à m'occuper de ce cas dans ce chapitre, consacré exclusivement aux feldspaths.

(*Bouches-du-Rhône*), qui présentent la plus grande analogie avec les diabases anciennes ayant une même origine]. Dans ces roches, les plagioclases (andésine, labrador, labrador-bytownite), et rarement l'orthose, associés aux feldspaths tricliniques, forment de grands cristaux aplatis suivant g^1 (010), orientés dans le sens de la fluidalité de la roche ou enchevêtrés si la consolidation s'est effectuée dans des conditions parfaites de tranquillité. Leurs intervalles sont remplis par le pyroxène, la magnétite, et le plus souvent par un résidu vitreux plus ou moins abondant, qui contient parfois quelques microlites. Quand le pyroxène forme de grands cristaux au lieu de se présenter en microlites, la roche devient ophitique. Beaucoup d'ophites holocristallines des Pyrénées sont à rapporter à ce type pétrographique : elles établissent le passage entre les roches microlitiques proprement dites et les roches grenues.

Les roches microlitiques filoniennes ne renferment souvent du feldspath qu'à un seul temps de consolidation ; c'est ce qui a lieu notamment pour les trachytes (*orthophyres*), les andésites et les labradorites (*porphyrites*) micacées et amphiboliques anciennes, si abondantes dans le Plateau Central, le Morvan, les Vosges, etc. Les cristaux feldspathiques de ces roches peuvent être comparés aux microlites des roches volcaniques ; il en est de même pour les feldspaths des variétés à grands éléments de ces mêmes roches (*minettes* des Vosges, *kersantites* de Bretagne, etc.).

A côté des formes normales de microlites qui viennent d'être énumérées, il y a lieu de signaler la tendance que ceux-ci ont dans certaines roches à prendre une forme arborisée [andésites siluriennes (porphyrites) de Menez Hom (*Finistère*), andésites micacées (porphyrites) de l'*Allier*] ou à se grouper en sphérolites.

Enfin dans les roches vitreuses les microlites présentent très fréquemment des formes cristallitiques et squelettiques fort intéressantes.

Sphérolites. — Les sphérolites feldspathiques sont formés par la réunion, autour d'un centre, de fibres ou de lamelles appartenant le plus souvent à des types acides (orthose, oligoclase). Ce dernier cas est particulièrement réalisé dans la variolite de la Durance, du Chablais (oligoclase), dans les trachytes (*orthophyres*) et les andésites (*porphyrites micacées*) du Morvan, dans les rhyolites (porphyres) pétrosiliceuses. Les éléments de ces sphérolites sont le plus souvent allongés suivant pg^1 (001) (010).

Dans des cas plus rares (rhyolite de l'Usclade au Mont Dore), les sphérolites d'orthose à allongement pg^1 sont accompagnés par des sphérolites dont les propriétés optiques impliquent un allongement suivant $h^1 g^1$ (100) (010) ou $p h^1$ (001) (100) (orthose sodique).

Cette disposition palmée ou variolitique des microlites s'observe dans les roches refroidies lentement et dans des conditions de tranquillité parfaite. Elle a été reproduite synthétiquement, avec la plus grande facilité, par MM. Fouqué et Michel-Lévy.

Les tableaux suivants indiquent la nature des grands cristaux et des microlites de quelques types de roches volcaniques françaises récemment étudiés par M. Fouqué (*B. S. M.* 1894). On y verra que ces feldspaths peuvent être très variés, surtout au premier temps de consolidation, et que d'une façon générale les microlites sont plus acides que les cristaux intratelluriques; cette loi, posée pour la première fois par M. Fouqué, dans son étude des roches de Santorin, a été depuis lors généralisée par tous les minéralogistes qui ont étudié des roches volcaniques.

Ces tableaux montrent, en outre, que la nature des microlites est beaucoup moins variée que celle des phénocristaux. Les microlites sont rarement zonés, tandis que l'inverse est presque la règle pour les phénocristaux. Ce fait légitime l'importance attribuée par MM. Fouqué et Michel-Lévy aux microlites pour l'établissement de la classification des roches microlitiques.

Les noms écrits en *italique* sont ceux des feldspaths dominants.

	Premier temps de consolidation (*Phénocristaux*)	Second temps de consolidation (*Microlites*)
	BASALTES	
	a) *Basaltes doléritiques.*	
Cantal. Bouzentès.	»	Andésine, *labrador*, *labrador-bytownite*, bytownite.
Seriers.	»	Andésine, *labrador*, *labrador-bytownite*, moulés par un feldspath plus acide (oligoclase).
Bercheval, près Le Vaulmier.	»	Labrador, *labrador-bytownite*, bytownite, puis microlites plus petits de labrador.
Espinasse.	»	*Andésine*, labrador, bytownite.
Aveyron. Cussagol, près Mur-de-Barrez.	»	*Labrador*, bytownite.
Puy-de-Dôme. Battu.	»	*Labrador*.
Lusclade (mont Dore). Basalte semi-ophitique	Andésine, *labrador*, bytownite groupés ophitiquement avec le pyroxène.	*Oligoclase-andésine*.

b) *Basaltes normaux.*

Cantal. Lubihac.	*Labrador*, *labrador-bytownite*, quelquefois *bytownite*.	*Labrador.*
Plomb du Cantal.	*Labrador.*	*Labrador.*
Hougade.	*Labrador*, *bytownite*.	*Labrador.*
Castel-Noël.	*Labrador*, labrador-bytownite.	Labrador, *labrador-bytownite*.
Vergne.	Labrador, labrador-bytownite, bytownite.	*Labrador*, *labrador-bytownite*.
Martinet.	Labrador, labrador-bytownite, *bytownite*.	*Labrador.*

c) *Basaltes à hornblende.*

Cantal. Chambeuil.	Labrador, *labrador-bytownite*.	*Labrador.*

d) *Basaltes andésitiques.*

Puy-de-Dôme. Pont de Besse.	Oligoclase-andésine, *andésine*.	*Oligoclase-andésine*[1].
Église de Besse.	*Oligoclase-andésine*, *andésine*.	*Oligoclase-andésine.*
La Morangie.	*Anorthose et sanidine*, *oligoclase-andésine*, labrador, labrador-bytownite, bytownite.	*Oligoclase-andésine.*

LABRADORITES

Cantal. Dienne.	Andésine, *labrador*, bytownite.	Andésine, *labrador*.

ANDÉSITES

a) *Andésites augitiques.*

Bouches-du-Rhône. Beaulieu (roche doléritique).	»	*Andésine*, labrador, anorthose.
Cantal. Chastel près Murat.	Oligoclase-andésine, andésine, *labrador*.	*Oligoclase-andésine.*

b) *Andésites à augite.*

Cantal. Sévérac.	Andésine, *labrador*, labrador-bytownite, bytownite.	*Oligoclase-andésine*, andésine?

c) *Andésites à hornblende.*

Cantal. Chastel.	*Oligoclase-andésine*, andésine.	*Oligoclase-andésine.*
Lioran.	id.	id.
Pignon près Murat.	Andésine, *labrador*.	id.
Fraisse-Haut.	*Labrador.*	id.
La Chassagne.	*Andésine.*	id.
Plomb du Cantal.	*Andésine*, *labrador*, labrador-bytownite, bytownite.	id.

1. Dans ces roches l'andésine-oligoclase n'a pas été distinguée de l'oligoclase-andésine.

Chambeuil.	*Andésine, labrador.*	*Oligoclase-andésine.*
Cheylade.	*Andésine*, labrador.	id.
Combenègre.	Labrador, *labrador-bytownite.*	id.
Ravin d'Alagnon.	Oligoclase-andésine, *andésine,* labrador.	id.
id.	Oligoclase-andésine.	id.
Crête de Lapsou.	*Andésine*, labrador.	*Oligoclase-andésine*, labrador.
Viaguin.	Oligoclase-andésine, *andésine.*	*Oligoclase-andésine.*
Auzolle-Haut.	Oligoclase-andésine, *andésine,* labrador.	id.
Lioran.	id.	id.

d) *Andésites à hornblende et biotite.*

Cantal. Lioran.	Oligoclase-andésine, *andésine.*	*Oligoclase-andésine.*

e) *Andésite à biotite.*

Cantal. Peyre-Arse.	Andésine.	*Oligoclase-andésine.*
Chastel près Murat.	Oligoclase-andésine, *andésine,* labrador, labrador-bytownite.	id.
Marniac.	*Andésine.*	id.
Pied n. du Plomb.	Oligoclase-andésine, *andésine.*	
Ramburtet (obsidienne).	Oligoclase-andésine, *andésine.*	id.
Carrière de Lescuno près Murat.	Oligoclase-andésine, *andésine,* labrador.	*Oligoclase-andésine.*
Le Croizet.	Oligoclase? oligoclase-andésine, *andésine.*	Oligoclase-andésine, *andésine.*
Puy-de-Dôme. Rigolet-Haut (mont Dore).	Oligoclase-andésine, *andésine.*	id.

f) *Andésite micacée à biotite.*

Cantal. Fraisse-Haut.	*Andésine.*	*Oligoclase-andésine.*

g) *Andésite à hornblende et haüyne* (*téphrite*).

Cantal. Battaillouze.	Oligoclase-andésine, *andésine,* labrador.	*Oligoclase-andésine.*

TRACHYANDÉSITES

Puy-de-Dôme. Puy-Ferrand.	*Oligoclase-andésine*, andésine, *sanidine.*	*Oligoclase-andésine*, sanidine.
Vallée de la Cour.	*Oligoclase-andésine, sanidine.*	Oligoclase, *oligoclase-andésine*, sanidine.
La Morangie.	Oligoclase, *oligoclase-andésine, anorthose, sanidine.*	id.
Sommet du Sancy.	*Oligoclase-andésine*, andésine, *anorthose, sanidine.*	*Oligoclase*, oligoclase-andésine, sanidine.
Lusclade.	Oligoclase-andésine, *andésine*, anorthose, *sanidine.*	*Oligoclase-andésine*, sanidine.

PHONOLITES

a) *Phonolites feldspathiques.*

Cantal. Thiézac.	Oligoclase-andésine, *anorthose.*	Oligoclase-andésine, *anorthose* et sanidine.
La Terrisse.	id.	Oligoclase-andésine, *anorthose.*
Puy Griou.	Oligoclase-andésine, *anorthose.*	id.
Haute-Loire. Liberté.	Anorthose.	id.

b) *Phonolites néphéliniques.*

Cantal. Thiézac.	Anorthose et sanidine.	*Anorthose* et *sanidine.*
Madagascar. Diégo-Suarez.	Sanidine.	*Sanidine.*

β. *Comme produit secondaire.*

Les roches éruptives renferment parfois des feldspaths produits par voie secondaire aux dépens d'autres feldspaths. L'albite surtout se forme dans ces conditions; on la rencontre dans le granite et les granulites, plus rarement dans les roches éruptives basiques, les leucotéphrites, etc. Elle s'y présente parfois en très beaux cristaux drusiques. Dans les lherzolites et les filons de pyroxénolites qui leur sont associés (*Pyrénées*), j'ai observé des cas intéressants de production d'anorthite qui seront décrits plus loin.

2° *Dans les roches sédimentaires métamorphisées par les roches éruptives*

On verra à l'article *orthose* que le granite et la granulite déterminent à leur contact dans les gneiss, dans les micaschistes, dans les schistes argileux et dans les grès paléozoïques, la formation des feldspaths acides qu'ils renferment eux-mêmes : il se produit ainsi des roches qui offrent la plus grande analogie avec les schistes cristallins feldspathiques (*contact du granite* : Flamanville, Saint-Léon, Pyrénées — *schistes et micaschistes granulitisés* du Morvan, de Bretagne, etc.).

Les calcaires métamorphisés par les mêmes roches sont fréquemment transformés en roches basiques (amphibolites, cornéennes), dans lesquelles les plagioclases basiques abondent.

J'ai montré que, dans les Pyrénées, les calcaires jurassiques métamorphisés par la lherzolite sont parfois riches en feldspaths grenus, les mêmes roches pouvant présenter associées de l'anorthite et de l'orthose ou du microcline.

Au contact des ophites des Pyrénées, plus rarement à celui de la lherzolite, ces calcaires renferment de remarquables cristaux d'albite offrant les mêmes formes que ceux qui vont être signalés plus loin.

Les enclaves énallogènes des roches volcaniques acides fournissent parfois (mont Dore) des cristaux néogènes d'orthose sodique.

3° *Dans les schistes cristallins et les roches sédimentaires transformés en dehors de l'action de roches éruptives.*

Les roches cristallophylliennes qui renferment des feldspaths sont désignées dans cet ouvrage sous le nom général de *gneiss*. Les gneiss normaux, les gneiss porphyroïdes, les gneiss amphiboliques, les gneiss pyroxéniques, correspondent respectivement, comme composition minéralogique, sinon comme structure, au granite, au granite porphyroïde, à la diorite, à la diabase. Leurs feldspaths sont généralement grenus et dépourvus de formes géométriques.

La formation de roches similaires aux gneiss par l'action de roches éruptives sur des sédiments donne des indications sur le mode de formation probable de beaucoup de ces roches. Il faut donc donner au nom de « gneiss » une signification minéralogique plutôt que stratigraphique.

Des feldspaths sont aussi rencontrés dans les calcaires (cipolins) intercalés dans les gneiss ou micaschistes feldspathisés ; ils y forment généralement des grains arrondis, très rarement pourvus de contours géométriques.

De nombreux schistes, et calcaires paléozoïques ou moins anciens, au contact desquels ne s'observe aucune roche éruptive, renferment des feldspaths dont la formation peut être attribuée au métamorphisme régional ; ils seront décrits aux articles *orthose* et *albite*. Dans les calcaires (albite), ils forment des cristaux remarquablement nets : dans les schistes, ils constituent le plus généralement des masses globulaires sans formes géométriques, ils donnent parfois à la roche une texture globulaire ou porphyroïde (Alpes, Corse). La formation de ces cristaux est fréquente dans certaines régions où les actions dynamiques ont été énergiques. Mais celles-ci ne sont pas indispensables pour la production de ces feldspaths, qui se rencontrent dans les calcaires sédimentaires jurassiques ou crétacés de régions telles que le bassin de Paris.

4° *Dans les fentes de roches diverses, par voie hydrothermale.*

Les fentes d'un grand nombre de roches éruptives ou métamorphiques sont tapissées de cristaux feldspathiques appartenant exclusivement à l'orthose (adulaire) et à l'albite (et plus rarement à l'oligoclase-albite).

Ils sont d'ordinaire remarquablement nets, et fournissent de beaux échantillons de collection. Le quartz, l'axinite, l'épidote, l'anatase, la brookite, la ripidolite, l'asbeste, la calcite les accompagnent généralement dans les gisements français.

5° *Dans les roches clastiques.*

Les sables, et, d'une façon plus générale, toutes les roches sédimentaires formées à proximité de massifs de roches éruptives ou métamorphiques renferment comme élément clastique les feldspaths de ces dernières, qui se rencontrent ainsi comme résidu jusque dans la craie du bassin de Paris.

FELDSPATHS MONOCLINIQUES

ORTHOSE

K Al Si^3 O^8

Monoclinique. $mm = 118°48'$ (Dx., Kuppfer).

$b : h = 1000 : 464{,}273$. $D = 835{,}128$. $d = 550{,}056$.

angle plan de $p = 113°15'30''$

angle plan de $m = 114°\ 0'46''$

[$a : b : c = 0{,}65865 : 1 : 0{,}55593$:
$zx = 63°53'$]

Formes observées. p (001), m (110), h^1 (100), g^1 (010), g^2 (130), a^1 ($\bar{1}01$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), $e^{1/2}$ (021), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$).

Macles. La macle la plus fréquente est celle de Carlsbad. Elle se produit avec ou sans pénétration; elle est généralement formée par deux cristaux seulement (fig. 9 et 10, page 26).

La macle de l'albite ne se manifeste ni par des angles rentrants, ni par des différences de propriétés optiques; l'axe de rotation étant l'axe binaire perpendiculaire à g^1 (010). Elle consiste donc tout simplement dans le groupement à axes parallèles de deux ou plusieurs cristaux, groupement qui n'est apparent que grâce à l'irrégulière dimension des individus constituants ou à leur ligne de suture (fig. 14, page 27).

Les macles de Baveno (fig. 12, pag 27) et de Four-la-Brouque sont fréquentes, dans certains gisements seulement. Les cristaux sont généralement allongés suivant l'arête pg^1 (001) (010) et parfois en outre (macle de Four-la-Brouque, fig. 11, page 27) aplatis suivant p (001).

Les macles de Four-la-Brouque offrent des aspects différents suivant

leurs gisements, voir à *granulite* (page 78) et à *microgranulite* (page 84).

Ces diverses macles présentent entre elles des associations régulières, qui seront étudiées page 88 à l'occasion des cristaux de Four-la-Brouque, dans lesquels elles sont fréquentes.

Les angles observés donnés ci-dessous représentent les moyennes de mes mesures prises sur de petits cristaux à faces brillantes des pegmatites de Batz.

	Angles calculés	Angles mesurés
	118°48′	118°40′
mh^1	149°24′	
$^*mg^1$	120°36′	120°37
h^1g^1	90°	
mg^2	150° 0′	150° 2′
g^2g^2	150°36′	
ph^1 ant.	116° 7′	
$^*pa^1$ adj.	129°40′	129°42′
$^*a^1h^1$ adj.	114°13′	
$pa^{1/2}$ adj.	99°37′	99°36′
$a^{1/2}h^1$ adj.	144°16′	
$a^{1/7}h^1$ adj.	170°41′	
$a^{1/8}h^1$ adj.	171°54′	

	Angles calculés	Angles mesurés
$pe^{1/2}$	135° 3′	135° 7′
$g^1e^{1/2}$	134°57	134°56′
pg^1	90°	
pm ant.	112°16′	112°16′
$pb^{1/2}$ adj.	124°42′	124°45′
pg^2 ant.	102°29′	102°31′
$g^1b^{1/2}$	116°53′	116°50′
g^1a^1	90°	
$b^{1/2}b^{1/2}$ s. a^1	126°14′	
$e^{1/2}m$ post.	95°15′	95°15′
a^1m ant.	69°19′	

	Angles calculés	Angles mesurés
e^1m ant.	128°53′	128°50′
$b^{1/}$ m ant.	85° 8′	85° 9′
$a^{1/2}m$ ant.	45°41′	45°38′
$e^{1/2}e^{1/2}$ s. $b^{1/2}$	96°47′	96°40′
$b^{1/2}a^{1/2}$ adj.	140°32′	140°32′
$e^{1/2}g^1$ ant.	140°13′	140°10′
$b^{1/2}g^2$ post.	125° 0′	125° 4′
$a^{1/2}g^2$ ant.	66°31′	66°31
a^1g^2 post.	101°37′	
Macle de Four-la-Brouque		
$a^{1/2}\underline{a}^{1/2}$	160°46′	
$a^1\underline{a}^1$	129°40′	

Faciès des cristaux. Les cristaux simples d'orthose se présentent sous quatre formes principales :

1° Cristaux aplatis suivant g^1 (010) et allongés suivant l'axe vertical (type I, fig. 1, p. 25). Ils ont parfois un aspect orthorhombique, par suite de l'égal développement de p (001) et de a^1 ($\bar{1}01$).

2° Cristaux allongés suivant l'arête pg^1 (001) (010), tantôt les faces p et g^1 sont également développées (type II, fig. 2, page 25), tantôt il y a aplatissement suivant g^1 (010) (fig. 44, page 98) ou plus rarement suivant p (001) (fig. 45, page 100).

Ces deux formes se rencontrent dans la plupart des roches volcaniques.

3° Cristaux lamelleux suivant g^1 (010) (type III, fig. 3 à 6 de la page 25) : c'est la forme d'un très grand nombre de microlites d'orthose ; ils s'enfilent parfois en grand nombre suivant l'axe vertical (trachytes du Puy-de-Dôme, etc.).

4° Cristaux également développés suivant les axes a et b et très aplatis suivant p (001) (type VI, page 26, fig. 8). Cette forme est

spéciale aux druses des roches volcaniques et à celles de leurs enclaves.

5° Cristaux allongés suivant l'axe vertical présentant le plus souvent les faces *m* (110), a^1 ($\bar{1}01$), avec ou sans *p* (001). Cette forme est caractéristique de l'adulaire (type IV, page 26). Ces cristaux se groupent parfois en grand nombre à axes parallèles h^1 (100) (fig. 51, page 112).

6° Dans les sphérolites, l'orthose est le plus généralement allongée suivant $p\,g^1$ (001) (010), elle l'est plus rarement suivant h^1 g^1 (100) (010) ou $p\,h^1$ (001) (100).

Les faciès des cristaux maclés ont été étudiés plus haut.

Les faces de la zone prismatique, et surtout *m* (110), g^2 (130), sont parfois striées verticalement dans l'adulaire. Dans cette dernière variété les faces g^2 (130) sont souvent ternes et recouvertes de ripidolite. Les faces *p* (001) et a^1 ($\bar{1}01$) sont parfois striées parallèlement à leurs intersections mutuelles et passent ainsi insensiblement l'une à l'autre en formant aux cristaux des sommets arrondis. La face a^1 ($\bar{1}01$) est beaucoup moins brillante et se distingue aisément de *p* (001) dans les macles de Carlsbad : les deux faces appartenant à deux individus différents se trouvent alors sensiblement sur le même plan.

L'orthose se présente souvent, en outre, sous forme de masses laminaires sans contours géométriques.

Déformations mécaniques. L'orthose des roches dynamométamorphisées présente de remarquables phénomènes d'écrasement et de torsion.

Clivages. Clivage parfait suivant *p* (001), moins facile suivant g^1 (010). Clivages plus ou moins faciles suivant *m* (110) (Limousin), souvent aidés par la présence de lamelles de damourite (env. de Vicdessos); parfois l'un de ces clivages est plus facile que l'autre. Plans de séparation (secondaires ?) suivant h^1 (100) et suivant une face $a^{1/7}$ ($\bar{7}01$) ou $a^{1/8}$ ($\bar{8}01$) très voisine de h^1 (100) ; c'est à l'existence de ces derniers qu'est attribuée l'opalescence de certaines variétés d'orthose (adulaire, pierre de lune, certaines sanidines, etc.). Les cristaux de sanidine sont extrêmement fendillés.

Dureté. 6. La sanidine est très fragile.

Densité. 2,55 à 2,58; 2,56 adulaire (dôme du Gouter).

Coloration et éclat. Incolore, blanc gris, rose de chair, rougeâtre, brun, vert. Toutes ces colorations sont d'origine secondaire et dues à des inclusions ou à des altérations.

Transparente (*adulaire*, *sanidine*).

Poussière blanche. Éclat vitreux, nacré sur le clivage p (001). Les cristaux d'orthose des roches volcaniques récentes possèdent un éclat vitreux très vif; ils sont très fendillés et ont reçu le nom de *sanidine*.

Inclusions. L'orthose ne présente pas d'inclusions caractéristiques, les inclusions gazeuses, liquides ou vitreuses qu'elle contient étant seulement parfois géométriquement orientées suivant les faces limitant le cristal.

Dans l'adulaire des Pyrénées et des Alpes, on observe souvent en très grande abondance des inclusions de ripidolite uniformément ou irrégulièrement distribuées. Elles donnent aux cristaux qui les renferment une couleur verte et une surface raboteuse (*adulaire chloritée*) (fig. 49, page 110). Dans des cristaux translucides d'adulaire de l'Oisans, j'ai observé un noyau brunâtre (fig. 52) constitué par des produits chloriteux, entouré par un revêtement extérieur limpide.

Propriétés optiques. Dans la plupart des orthoses, le plan des axes optiques est perpendiculaire à g^1 (010), sa trace n_p fait dans g^1 (010) un angle de + 5° avec p (001).

La bissectrice aiguë est *négative* (n_p) ; la bissectrice obtuse n_g est rigoureusement perpendiculaire au clivage g^1 (010).

M. des Cloizeaux a fait voir que, lorsqu'on chauffe progressivement une lame d'orthose perpendiculaire à la bissectrice aiguë n_p, l'écartement des axes diminue avec l'augmentation de température, devient nul, puis les axes s'ouvrent dans un plan perpendiculaire au premier, c'est-à-dire parallèle à g^1 (010).

Fig. 1. Orthose non déformée.

Fig. 2. Orthose déformée.

Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

Dans les feldspaths à axes presque réunis, le plan des axes est souvent perpendiculaire à g^1 (010) pour les rayons rouges et parallèle à g^1 (010) pour les rayons bleus.

Ce changement de propriétés est réversible, à condition que la température n'ait pas été poussée au delà de 600°, car alors la transformation devient permanente. Cette position du plan des axes optiques existe normalement dans certaines orthoses appelées *orthoses déformées* par opposition aux orthoses normales (*orthoses non déformées*).

Certains feldspaths présentent même les deux orientations dans des plages différentes d'un même cristal.

Dans les orthoses non déformées, autour de la bissectrice aiguë, la dispersion horizontale est nette, avec $\rho > v$; dans les orthoses déformées, la dispersion inclinée est peu intense, avec $\rho < v$.

L'écartement des axes des orthoses est très variable ; il paraît plus grand dans les orthoses des roches anciennes (granite, granulite, microgranulite, gneiss) et parfois dans les fissures de roches diverses (adulaire) que dans celle (sanidine) des roches volcaniques. M. des Cloizeaux a observé dans l'adulaire : $2\,E = 120°12'$ (d'où $2\,V$ voisin de 70°).

J'ai mesuré les angles suivants sur les feldspaths de gisements décrits plus loin :

			2 **E** (Na)	
Orthose des microgranulites de Croux (Saône-et-Loire)			93°30	
—	des granulites de Batz (Loire-inférieure)		79°	
—	(*sanidine*) des tufs volcaniques de Raschgoun		63°	(Fq)
—	—	de l'andésite d'Ayrens (Cantal)	62°	
—	—	des trachytes de la Grande Cascade (Puy-de-Dôme)	60°34'	(Dx)
		id.	54°	
—	—	des tufs trachytiques de Raulhac (Cantal)	58°30	

Dans les roches d'Auvergne, récemment étudiées par M. Fouqué (*B. S. M.* XVII. 1894), l'angle des axes de la sanidine est toujours très faible.

D'autre part, j'ai pu constater que dans les feldspaths des granites ou gneiss enclavés dans les roches basaltiques d'Auvergne l'orthose présente un écartement d'axes très faible, souvent presque nul ; tantôt le minéral est déformé, tantôt, au contraire, il ne l'est pas : cette modification des propriétés optiques est due à l'action de la forte chaleur à laquelle ont été portées ces roches pendant leur enclavement.

En résumé, dans l'orthose non déformée, l'angle 2V varie de 0° à 70° environ. Il est toujours faible dans l'orthose déformée. M. des Cloizeaux a obtenu, pour l'adulaire du Saint-Gothard (rayons jaunes) :

$$\mathbf{n}_g = 1{,}5260$$
$$\mathbf{n}_m = 1{,}5237$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}5190$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}007$$

M. Fouqué a donné pour la sanidine sodique de l'île de Raschgoun :

$$\mathbf{n}_m = 1{,}5282 \ (Na)$$
$$1{,}5253 \ (Li)$$

Les roches sodiques renferment une variété d'orthose riche en

sodium (*orthose sodique*, *Natronorthoklas*) dans laquelle l'angle d'extinction atteint + 11°. La biréfringence est plus forte que celle de l'orthose potassique, qu'elle épigénise parfois dans les syénites néphéliniques. L'écartement des axes optiques paraît être plus grand que celui de l'orthose normale, qui l'accompagne parfois.

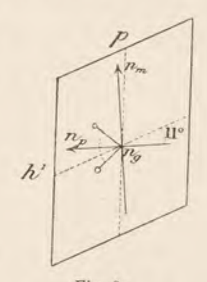


Fig. 3.
Orthose sodique.
Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

Groupements d'orthose et de divers minéraux. Je renvoie pour plus de détails à la page 30. Je rappellerai seulement ici combien sont fréquents les groupements microperthitiques d'orthose et d'albite (ce dernier feldspath formant dans l'orthose des traînées irrégulières, dans lesquelles il est géométriquement orienté avec elle), d'orthose et d'anorthose (ce dernier feldspath se présentant ordinairement en facules au milieu du premier).

Dans les cavités des pegmatites, il existe souvent des cristaux d'orthose recouverts par de l'albite géométriquement orientée sur eux : on verra plus loin que ces périmorphoses sont d'origine secondaire.

M. Brögger a donné le nom de *kryptoperthite* à des groupements submicroscopiques d'orthose et d'albite (*syénites néphéliniques*). L'angle d'extinction de l'albite dans g^1 (010) étant d'environ 20° et celui de l'orthose 5°, l'extinction du groupement est d'environ 12°, et le minéral examiné aux faibles grossissements paraît être une orthose sodique.

Composition chimique.

a) Composition correspondant à la formule $K\,Al\,Si^3\,O^8$;

Une petite quantité de potassium est souvent remplacée par du sodium. On a vu plus haut que l'*orthose sodique* se rapproche, par ses propriétés optiques, de l'*anorthose*, plus riche en sodium qu'en potassium.

Analyses : *b*) de la sanidine de la Grande Cascade, par Berthier (*A. M.* V. 540. 1834);

c) de l'orthose de la microgranulite de Four-la-Brouque, par Pisani (*in* Gonnard, *op. cit.*, 47);

d) de l'orthose de la pegmatite de l'étang du Xénois, par Delesse (*A. M.* XVI. 99. 1849);

e) de l'orthose rose du granite amphibolique du Ballon de Servance, par Delesse (*A. M.* XIII. 671. 1848);

f) de l'orthose blanche de la protogine de Chamonix, par Delesse (*B. S. G.* VI. 233. 1849);

g) de l'orthose des tufs leucitiques de Raschgoun, par M. Vélain (*C. R.* LXXIX. 250. 1874).

	a)	*b*)	*c*)	*d*)	*e*)	*f*)	*g*)
SiO^2	64,7	66,10	64,65	63,92	64,26	66,48	66,72
Al^2O	18,4	19,80	20,30	20,05	19,27	19,06	19,73
Fe^2O^3	»	»	traces		»	»	»
FeO	»	»	»	»	0,50	»	»
Mn^2O^3	»	»	»	0,30	»	»	»
K^2O	16,9	6,90	12,61	10,41	10,58	10,52	3,71
Na^2O	»	3,70	1,85	3,10	2,88	2,30	7,63
CaO	»	»	0,40	0,75	0,70	0,63	2,20
MgO	»	2	0,70	0,60	0,77	»	0,10
Perte	»	»	»	0,41	0,40	»	»
	100,0	98,50	100,51	99,54	99,36	98,99	100,09

Je donne ici comme document historique l'analyse de Berthier, qui a été faite sur un feldspath impur ; je n'ai pas cru devoir faire une nouvelle analyse de ce feldspath, tous les cristaux de sanidine du Mont Dore que j'ai examinés étant criblés de bandelettes d'anorthose.

L'analyse *g*) semblerait indiquer que le feldspath de Raschgoun est une anorthose ; on verra plus loin les raisons pour lesquelles je rattache ce feldspath à l'orthose.

Filhol a publié (*C. R.* LCII. 1059. 1881) une série d'analyses d'orthose ou de microcline des pegmatites de la vallée de Bagnères-de-Luchon; les minéraux étudiés étaient notoirement impurs.

L'orthose des néphélinites renferme souvent une petite quantité de baryum, sans pouvoir cependant être rapportée à la hyalophane.

Essais pyrognostiques. L'orthose fond au chalumeau en un émail blanc, d'autant plus facilement que la proportion de soude est plus grande. Inattaquable par les acides ordinaires, très attaquable par l'acide fluorhydrique.

Altérations. L'orthose présente des altérations nombreuses, et particulièrement la damouritisation et la kaolinisation. Ces altérations ayant été décrites plus haut, je n'y reviendrai pas, me contentant de rappeler que les produits de transformation sont souvent constitués par une masse micacée, jaune cireuse (*pinitoïde*), qui se rencontre en abondance

dans toutes les régions granitiques. Le quartz, l'épidote accompagnent souvent ces diverses pseudomorphoses.

La transformation en glauconie est fréquente dans les grains clastiques d'orthose de certaines roches sédimentaires (voir page 44).

Ce n'est que dans l'orthose de Sainte-Marie-aux-Mines que s'observent (page 43) les pseudomorphoses en pseudophite.

J'ai indiqué page 45 les conditions dans lesquelles s'effectue la zéolitisation des orthoses des roches sodiques.

Dans un seul gisement français (Chaludet, page 48) j'ai observé la transformation d'orthose en tourmaline.

Les sanidines des roches volcaniques d'Auvergne présentent de beaux exemples de transformation en alunite sous l'influence de fumerolles sulfureuses (page 49).

Enfin les feldspaths potassiques des enclaves des roches volcaniques montrent très fréquemment les diverses modifications dont il a été question page 30 (fig. 7).

Diagnostic. La caractéristique de l'orthose, indépendamment de sa composition chimique, réside dans son système cristallin [entraînant une valeur de 90° pour l'angle des deux clivages faciles p (001) et g^1 (010)] et dans ses propriétés optiques. L'orthose est de tous les feldspaths celui dont l'angle des axes optiques, la réfringence et la densité sont les plus faibles.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La dissémination de l'orthose est très grande. Ce feldspath se rencontre dans un grand nombre de gisements comme élément normal constant et dans d'autres comme élément accidentel.

Je passerai successivement en revue les divers modes de gisements suivants :

1° Dans les roches éruptives et leurs enclaves homœogènes;

2° Dans les roches sédimentaires modifiées au contact des roches éruptives;

3° Dans les schistes cristallins;

4° Dans les roches sédimentaires métamorphisées indépendamment de l'action de roches éruptives;

5° Dans les fissures de roches diverses, comme produit secondaire;

6° Dans les roches clastiques.

1° *Dans les roches éruptives.*

a) *Dans les roches quartzifères.*

α. Dans le granite.

L'orthose constitue un des éléments dominants des granites normaux. Elle y forme des individus sans contours géométriques, postérieurs aux plagioclases qui eux-mêmes englobent les éléments colorés. Le quartz est postérieur à l'orthose.

A l'état frais, l'orthose du granite est incolore, transparente, et possède l'aspect de l'adulaire; mais, en réalité, ce feldspath ne se présente presque jamais sous cet aspect : il est blanc, jaune, rouge ou vert, plus ou moins opaque, grâce à des produits d'altération nombreux qui se forment à ses dépens; la coloration rouge si fréquente, notamment, est due à des infiltrations ferrugineuses.

Les altérations micacées transforment l'orthose en une masse d'un jaune plus ou moins vif, tendre et plus dense que le minéral intact (*pinitoïde*). Elles se produisent soit par le centre soit par la périphérie; la formation d'épidote dans le feldspath n'est pas rare.

L'orthose du granite est fréquemment maclée suivant la loi de Carlsbad. L'examen microscopique montre qu'elle renferme souvent des bandelettes d'albite, d'anorthose et que (surtout sur le bord des massifs granitiques, à leur contact avec des roches sédimentaires, Michel-Lévy : *B. C. F.* n° 36. 1894) elle est riche en inclusions de quartz vermiculé (fig. 26, page 36).

Dans le granite normal, les divers éléments sont bien calibrés, mais il existe aussi des types devenus porphyroïdes, grâce au développement de grands cristaux d'orthose ou de microcline qui souvent s'orientent dans des directions parallèles. Cette orientation, qui n'est parfois pas visible dans des échantillons de collection, est manifeste quand on étudie la roche en place et en particulier sur le front de taille des carrières.

Tantôt ces granites porphyroïdes constituent, dans les massifs granitiques, des masses intrusives spéciales, dont l'âge diffère de celui des autres granites (c'est ce qui a lieu notamment dans certaines parties de la Bretagne, etc.); tantôt, au contraire, ils ne représentent que des particularités de granite à grains uniformes; ce cas est réalisé dans le massif granitique de Quérigut (*Ariège*), à La Sorderie près Rocheservière (*Vendée*). Le socle de la statue de Napoléon Ier érigée à La

Roche-sur-Yon est constitué par un magnifique bloc de granite porphyroïde provenant de ce dernier gisement; dans la carrière d'où il a été extrait, on ne trouve plus actuellement que du granite normal.

Les grands cristaux d'orthose se rapportent à deux types : l'un (type I, fig. 1, page 25) présente les formes p (001), g^1 (010), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), m (110) et plus rarement g^2 (130); ils sont allongés suivant l'axe vertical, aplatis suivant g^1 et souvent maclés suivant la loi de Carlsbad (fig. 9 et 10, page 26); l'autre (type II, fig. 2, page 25) est constitué par les mêmes formes, mais les cristaux sont allongés suivant l'arête pg^1. Ces cristaux sont toujours pauvres en faces.

L'orthose des granites porphyroïdes est souvent de grande taille et particulièrement dans le premier type. Il n'est pas rare de trouver des cristaux atteignant et même dépassant un décimètre de plus grande dimension. Ils se distinguent de ceux des microgranulites, qui seront étudiées plus loin, par la rugosité de leurs faces, qui portent l'empreinte de la biotite, du quartz et des autres feldspaths constituant la roche. Cette particularité permet de reconnaître aisément, au moins pour les gisements français, les cristaux d'orthose provenant des arènes granitiques. Elle s'explique aisément : l'orthose du granite, étant l'élément le dernier produit des roches qui le renferment, a incrusté les nombreux minéraux déjà formés et par suite n'a pu prendre des faces rigoureusement planes.

Les granites porphyroïdes sont très développés en France. Je ne citerai ici que quelques gisements dont j'ai étudié les grands cristaux afin de les différencier de ceux de microcline, dont il sera question plus loin. Je ne m'occuperai pas du granite normal, qui ne présente pas grand intérêt au point de vue de l'orthose.

Bretagne. — *Finistère*. L'orthose du granite porphyroïde de Brélès que m'a remise M. Barrois présente les deux formes habituelles.

Vendée. — Les grands cristaux du granite porphyroïde de La Sorderie près Rocheservière sont à rapporter à l'orthose.

Pyrénées. — *Haute-Garonne*. Toutes les collections pétrographiques renferment des échantillons du granite porphyroïde du lac d'Oo; les cristaux d'orthose, d'un beau blanc, y atteignent un décimètre; ils sont très aplatis suivant g^1 (010), très abondants et orientés de telle sorte que la roche présente souvent un aspect gneissique.

Pyrénées-Orientales. Les grands cristaux rosés du granite porphyroïde qui se trouve entre Amélie-les-Bains et Palada sont constitués par de l'orthose riche en bandelettes d'albite.

Cévennes. — *Gard.* Je dois à l'obligeance de M. Dorlodot d'Armont des cristaux d'orthose du type II provenant du granite porphyroïde de Dourbies à l'extrémité des Cévennes.

Les grands cristaux rougeâtres du mont Lozève près Genolhac que m'a donnés M. Frossard appartiennent au même feldspath.

Plateau Central. — *Haute-Loire* et *Lozère.* Le granite porphyroïde à grands cristaux blancs d'orthose atteignant 10^{cm} de longueur constitue en partie la moitié méridionale de La Margeride (bord sud-ouest de la feuille du Puy) et se prolonge à l'ouest sur les confins du *Cantal* et de la *Lozère* (Gévaudan) sur les feuilles de Mende et de Saint-Flour. J'ai examiné les cristaux de feldspath provenant (*Haute-Loire*) de Saugues, d'Ardennes, de La Derochade (gros cristaux non maclés ayant 7^{cm} suivant l'axe *a* et 4^{cm} 5 suivant l'axe vertical). Ils sont constitués par de l'orthose. On peut les recueillir en individus isolés dans les arènes granitiques; ils sont souvent orientés dans le granite.

Cantal. En outre du granite porphyroïde de La Margeride, qui se prolonge dans le Cantal, la même roche avec grands cristaux porphyroïdes d'orthose se rencontre à l'ouest d'Aurillac aux environs d'Omps et de Saint-Mamet (gros cristaux blancs).

Corrèze. Une partie de la Corrèze est constituée par le granite à grands cristaux porphyroïdes. J'ai examiné ceux de Mazière; ils sont constitués par de l'orthose; il paraît y exister aussi du microcline.

Puy-de-Dôme. Du granite porphyroïde à grands cristaux d'orthose se trouve dans le canton de Saint-Germain-Lherm et sur le flanc occidental du mont Dore entre Latour et Saint-Donat. C'est aussi l'orthose qui constitue les très grands cristaux porphyroïdes du granite de L'Étang près Chanat, ceux de la montée de Ceyrat à Berzet.

Rhône. La collection du Muséum renferme un gros cristal non maclé d'orthose provenant du granite porphyroïde de Dardilly; il mesure 7^{cm} suivant l'axe vertical.

Loire. Les cristaux porphyroïdes blancs du granite de Noiretable sont constitués par de l'orthose.

Saône-et-Loire. Les grands cristaux rouges du granite de Romanèche sont également constitués par l'orthose; il en est de même de ceux du granite porphyroïde de divers gisements du Morvan (et en particulier de celui de Bissey, du Binchot en Saint-Micaud, que m'a communiqués M. de Freminville), de Dardon près Toulon-sur-Arroux (M. Berthier), du Mâconnais (Saint-Sorlin, Berzé-la-Ville), etc.

Nièvre. J'ai eu l'occasion de constater que c'est à l'orthose que doivent être rattachés les cristaux porphyroïdes du granite de Montsauche à 2 kilomètres du bourg sur la route de Château-Chinon.

Vosges. — Les cristaux blancs porphyroïdes des granites à amphibole de La Bresse et les cristaux rouges du ballon de Servance sont constitués par de l'orthose.

β. Dans les granulites et les pegmatites.

L'orthose est l'un des éléments constitutifs de la granulite; elle s'y présente le plus généralement avec des formes distinctes; dans les variétés à grands éléments de cette roche, on l'observe en masses laminaires ou en gros cristaux à formes nettes. Enfin, dans les interstices miarolitiques ou les fissures des filons pegmatoïdes, on trouve souvent à l'état libre des cristaux d'orthose à formes très variées et à faces extrêmement nettes; ce sont, parmi les gisements étudiés, les seuls qui, avec ceux des enclaves de trachyte, présentent des faces suffisamment brillantes pour pouvoir être mesurés au goniomètre de réflexion. Ils sont associés à des cristaux de quartz hyalin ou enfumé, à de l'apatite, des micas, du béryl, de la tourmaline, etc.

C'est de ces cristaux que je m'occuperai surtout dans ce paragraphe, l'orthose en masses laminaires étant tellement abondante qu'il me suffira d'en citer quelques gisements bien typiques. Tous les gisements cités aux articles *tourmaline*, *almandin*, *muscovite*, renferment sous cette forme l'orthose seule ou associée au microcline.

Normandie. — *Orne*. Dans les granulites du Pont-Percé et de La Galochère en Condé-sur-Sarthe près Alençon se trouvent des veines pegmatoïdes souvent géodiques. Elles renferment, avec les superbes cristaux de quartz enfumé désignés sous le nom de « diamants d'Alençon » (voir *quartz*), de fort jolis cristaux d'orthose à faces brillantes,

dont j'ai observé quelques échantillons qui m'ont été en partie communiqués par M. Le Tellier et M. de la Durandière.

Ces cristaux, dépassant souvent 6^{cm} de plus grande dimension, appartiennent aux types suivants :

1° Cristaux sans allongement ni aplatissement marqué, avec les faces m (110), g^1 (010), a^1 ($\bar{1}01$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), $e^{1/2}$ (021).

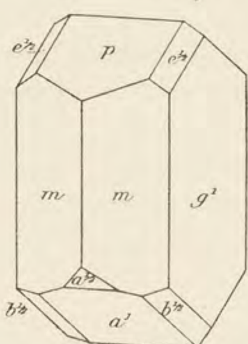


Fig. 4.
Orthose des carrières de Pont-Percé.

2° Cristaux offrant les mêmes formes, mais allongés suivant l'axe vertical (fig. 4) et parfois un peu aplatis suivant g^1 (010) ; ils sont simples ou maclés suivant la loi de Carlsbad ; les macles n'ont généralement pas d'angles rentrants (fig. 9, page 26).

3° Cristaux allongés suivant l'arête $p g^1$ (001) (010), simples ou maclés suivant la loi de Carlsbad. Ce sont les cristaux de cette dernière forme qui atteignent les plus grandes dimensions.

4° Plus rarement l'orthose se présente avec des formes de l'adulaire (fig. 7, page 26) dans des géodes tapissées de cristaux de quartz enfumé, d'albite blanche et de muscovite.

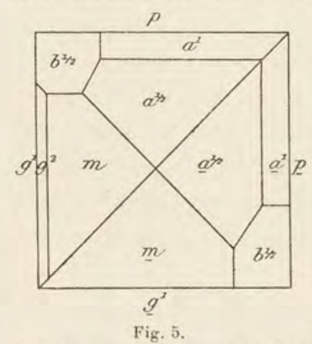


Fig. 5.
Projection, sur un plan perpendiculaire à l'axe a, d'une macle de Baveno (Pont-Percé).

Les cristaux des trois premiers types sont parfois profondément corrodés le long de leurs clivages ; cette corrosion est fort irrégulière, elle transforme le cristal en une masse caverneuse dans laquelle on peut faire miroiter les lames de clivage encore intactes. Ces cristaux sont souvent consolidés par la formation d'albite, géométriquement orientée sur eux ; ils sont aussi recouverts de cristaux d'apatite bleue, de bertrandite, etc.

5° Cristaux maclés suivant la loi de Baveno. Ces cristaux, à faces ternes m (110), g^1 (010), g^2 (130), a^1 ($\bar{1}01$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) (fig. 5), sont généralement de très grande taille.

Calvados. L'ancienne carrière de La Bellière près Vire a fourni de fort beaux cristaux d'orthose m (110), g^1 (010), p (001), a^1 ($\bar{1}01$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), aplatis suivant g^1 (010) et allongés suivant l'axe vertical (type I).

L'examen microscopique fait voir qu'ils sont constitués par des associations microperthitiques d'orthose et d'albite.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord.* Masses laminaires blanches d'orthose dans les pegmatites de Lancieux, des environs de Saint-Malo, etc.

Finistère. L'orthose se rencontre sous la même forme dans les pegmatites de Roscoff, de Santec, de l'île de Siec, etc.

Morbihan. On la trouve sous la même forme dans les pegmatites de la vallée de l'Evel, des environs de Pontivy, du golfe du Morbihan (Billiers, Kervoyer, île d'Arz), etc.

De très petits cristaux blancs ayant la forme de l'adulaire se trouvent dans les géodes du quartz stannifère de La Villeder.

Loire-Inférieure. Un des plus remarquables gisements de feldspath de pegmatite existant en France a été trouvé par M. Baret à l'île de Batz. Dans les fentes de la granulite se trouvent des géodes renfermant des cristaux de quartz, d'apatite, de tourmaline et enfin d'orthose. Ces derniers peuvent être comparés à ceux des Mourne Mountains et de l'île d'Elbe. Les cristaux que m'a communiqués M. Baret peuvent être ramenés aux types suivants :

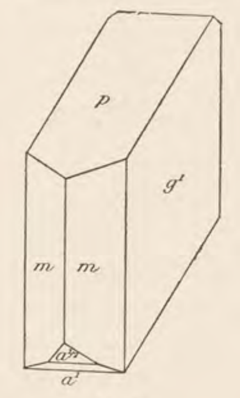


Fig. 6.
Orthose de Batz avec grand développement des faces p (001).

1° Cristaux simples. Ces cristaux sont aplatis suivant g^1 (010) (type I) ; ils présentent les formes g^1 (010), m (110), a^1 ($\bar{1}01$) et $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$). Tantôt les faces p et a^1 sont à peu près également développées, donnant des cristaux à formes très symétriques (fig. 1, page 25) ; tantôt, au contraire, la face p (001) prend un très grand développement (fig. 6).

Plus rarement ces cristaux sont aplatis suivant p (001) et présentent généralement alors les faces g^2 (130).

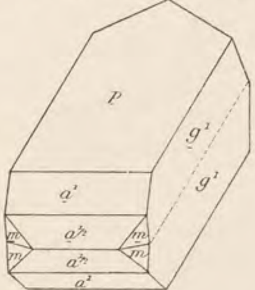


Fig. 7.
Macle de Four-la-Brouque (Batz).

2° Cristaux maclés. *a*) Macles de Carlsbad. Ces macles (avec ou sans angles rentrants) sont constituées par le groupement de deux cristaux aplatis suivant g^1 (010) de l'une des formes étudiées plus haut (fig. 9, page 26, fréquente).

b) Macles de Baveno. Les cristaux sont allongés suivant pg^1 (001) (010) et présentent généralement en outre les faces m (110), a^1 ($\bar{1}01$), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$). Elles sont moins fréquentes que les précédentes.

c) Macles de Four-la-Brouque. Contrairement à ce qui arrive dans l'orthose des microgranulites, dans ce gisement ces macles sont toujours aplaties suivant p (001) ; leurs faces dominantes sont p (001), g^1 (010), a^1 ($\bar{1}01$), plus rarement $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$) ; les faces m (110), g^2 (130) sont généralement absentes (fig. 11, page 27) ou réduites (fig. 7).

3° Groupements complexes. Parmi les cristaux de ce gisement, j'ai observé un certain nombre de groupements complexes formés par des cristaux simples ou maclés.

a. Macle de Carlsbad et cristal simple. Assez souvent on trouve des cristaux de la forme représentée par la fig. 8 et maclés suivant la loi de Carlsbad par accolement. Le groupement est constitué par trois cristaux, avec cette particularité que les individus de même orientation se trouvent à l'extérieur. On peut donc considérer l'assemblage comme constitué par un grand cristal unique au milieu duquel se trouverait un autre cristal de même dimension, quoique moins large, et maclé avec lui suivant la loi de Carlsbad. Lorsqu'on fait miroiter la face p du cristal périphérique, la face a^1 apparaît comme une bande terne au milieu d'elle, et, inversement, quand on examine la face a^1 du grand cristal, la face p du cristal central se distingue nettement par son éclat brillant. Il arrive fréquemment, en outre, que le cristal périphérique ne présente qu'une seule face $e^{1/2}$, ce qui rend le groupement moins symétrique.

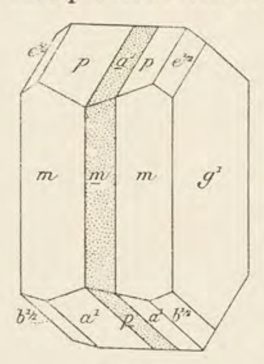


Fig. 8.
Macle de Carlsbad de trois individus (Batz).

b. Macle de Baveno et cristal simple. La fig. 9 représente la projection, sur un plan perpendiculaire à p et à g^1, d'un groupement du même ordre dans lequel un grand cristal allongé suivant l'arête $p\,g^1$ et un peu aplati suivant g^1 renferme un petit cristal maclé avec lui d'après la loi de Baveno.

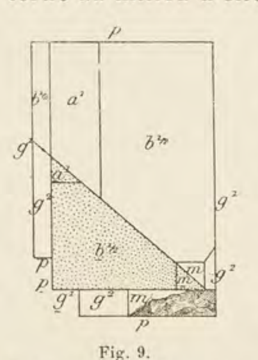


Fig. 9.
Projection, sur un plan perpendiculaire à l'axe *a*, du groupement d'une macle de Baveno et d'un cristal simple (Batz).

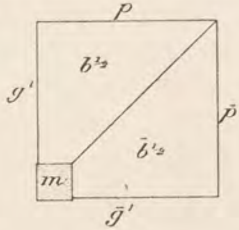
c. Groupement de deux macles différentes. J'ai observé un cristal constitué par une macle de Baveno maclée suivant la loi de Four-la-Brouque avec un cristal simple (fig. 10).

Les plus grands cristaux de ce gisement atteignent 6 centimètres de longueur.

Les environs immédiats de Nantes ont aussi fourni de beaux échantillons d'orthose. A La Salle Verte, M. Baret a trouvé de gros cristaux atteignant 5^{cm} suivant l'axe vertical et maclés suivant la loi de Carlsbad [(p (001), g^1 (0$\bar{1}$0), m (110), a^1 ($\bar{1}$01), $b^{1/2}$ $\bar{1}$11)].

Fig. 10.
Projection, sur un plan perpendiculaire à l'axe a, d'une macle de Baveno maclée avec un cristal simple suivant la loi de Four-la-Brouque (Batz).

MM. Baret et Tirlet m'ont communiqué de nombreux cristaux qu'ils ont extraits récemment du quartz d'une pegmatite à deux micas du port de Grillaud près Nantes : ce sont probablement les plus gros cristaux nets d'orthose qui aient été trouvés en France. L'un d'eux (macle de Baveno) mesure 18 centimètres suivant l'arête pg^1 et 16,5 centimètres de largeur. La plupart de ces cristaux sont maclés, suivant la macle de Carlsbad (macles par accolement, dans lesquelles les deux cristaux restent très distincts contrairement à ce qui a lieu pour la figure 9 de la page 26, qui est dépourvue d'angles rentrants), ou suivant celle de Baveno. Les macles suivant cette dernière loi sont assez variées d'aspect, suivant que les faces m (110) (fig. 10) ou $b^{1/2}$ ($\bar{1}$11) dominent. La figure 11 représente une macle de Baveno sur laquelle est implanté un petit cristal réduit à une face m (110), une face g^1 (010) et une face p (001).


Fig. 11.
Projection du groupement d'une macle de Baveno et d'un cristal simple (port de *Grillaud*).

M. Baret m'a communiqué une très grosse macle de Manebach présentant un aspect très dyssymétrique par suite du développement anormal d'une des faces m (110).

Des cristaux nombreux, mais de petite taille, ont été trouvés à Orvault, etc.

Des masses laminaires d'orthose sont fréquentes dans les pegmatites de Pornichet (masses blanches avec microcline), à Saint-Nazaire, Saint-Herblain, Gorges (masses rosées), etc.

Vendée. — Il existe en Vendée des pegmatites à orthose sur lesquelles je n'ai pas de documents précis.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Dans le Labourd, l'orthose accompagne le microcline dans les pegmatites. A Itsatsou, dans la carrière de cipolins, j'ai recueilli, au contact immédiat de ces roches et des filonnets feldspathiques, des échantillons qui, débarrassés de la calcite par l'acide chlorydrique, présentent des cristaux d'orthose de 1^{cm} associés à du sphène brun ; leurs faces sont *p* (001), *m* (110), g^1 (010), a^1 ($\bar{1}01$) ; ils sont raccourcis suivant l'axe vertical.

Hautes-Pyrénées. On trouve de grandes masses d'orthose dans les pegmatites de Loucrup et d'Ordizan près Bagnères-de-Bigorre. A Loucrup il existe souvent des plans de séparation suivant *m* (110) enduits de produits micacés secondaires. L'orthose se trouve aussi en masses laminaires dans les pegmatites du massif du pic du Midi de Bigorre, mais c'est surtout le microcline qui y domine.

Ariège. Voir (tome I) les gisements de pegmatite signalés à l'article *tourmaline*.

Plateau Central. — Les pegmatites sont extrêmement abondantes dans tout le Plateau Central. L'orthose en masses laminaires est donc également fréquente; cependant peu de gisements sont à signaler par quelque particularité intéressante (Voir les gisements de grenat almandin et de tourmaline).

Haute-Loire. De gros cristaux atteignant 7^{cm} de longueur ont été signalés dans les pegmatites de Fix, de Saint-Privat-d'Allier (macles de Baveno, collection du Muséum), de la Roche Rouge près Le Puy.

Cantal. Les pegmatites à orthose sont particulièrement abondantes à Charmensac, etc.

Haute-Vienne. Il existe au N.-E. de Limoges, entre les communes de Bessines, de Saint-Sylvestre et d'Ambazac, des granulites et des pegmatites à grands éléments riches en minéraux rares.

Comme j'aurai souvent l'occasion de parler des gisements de cette région, je donnerai ici quelques détails sur leur position exacte. Ils peuvent être visités de Limoges. Bessines se trouve à environ 25 kilomètres de cette ville sur la route de Paris. Tous les minéraux qu'on a signalés dans cette région, sous les noms de Chanteloube ou d'environs de Limoges, ont été extraits de carrières autrefois ouvertes pour l'exploitation du feldspath. Sur la route de Bessines à Saint-Sylvestre, entre le premier de ces villages et le hameau de Chanteloube, se trouvent (à

droite de la route) les carrières dites de Chanteloube et notamment celle du pont de Barost; à gauche de la route, il y a aussi diverses carrières, dont la plus célèbre est celle de La Vilate.

Au sud de Saint-Sylvestre se trouve la carrière des Hureaux, entre Saint-Sylvestre et Ambazac, celle de la Chèze.

En outre des feldspaths, les carrières de Chanteloube ont fourni surtout du *béryl*, plus rarement de l'*autunite* ; celles de La Chèze de la *lépidolite*, de la *topaze* et de la *cassitérite*; celles des Hureaux et de La Vilate, des phosphates (*triplite*, *triphyllite*, *alluaudite*, et leurs produits d'altération, *hétérosite*, *huréaulite*, *dufrénite*, etc.), de la *cassitérite*, du *mispickel*, de l'*apatite*, ainsi que de la *niobite* et de la *tantalite*, du *wolfram*, de la *spessartine*, du *malacon*, de l'*érubescite* (La Vilate), de la *tourmaline*, des *micas* et enfin du *quartz*. Depuis que les carrières sont fermées, la plupart des minéraux qui viennent d'être énumérés sont devenus introuvables.

Ces minéraux n'étaient pas distribués d'une façon quelconque dans la pegmatite : ils présentaient des masses distinctes atteignant parfois 10 mètres cubes (M. Alluaud) et affectant des formes sphéroïdales, un noyau d'orthose ou de béryl étant, par exemple, entouré par de l'albite, puis par des enveloppes concentriques de mica et de quartz (voir page 17, fig. 11.) Je reviendrai, à l'article *triplite*, sur la structure des masses phosphatées.

L'orthose de la région qui nous occupe ici est en grandes masses blanches ou rose clair et parfois en cristaux distincts, simples ou maclés suivant la loi de Carlsbad (fig. 9 et 10, page 26), atteignant un décimètre de longueur. Ces macles sont souvent aplaties suivant g^1 (010), avec ou sans allongement très marqué suivant l'axe vertical.

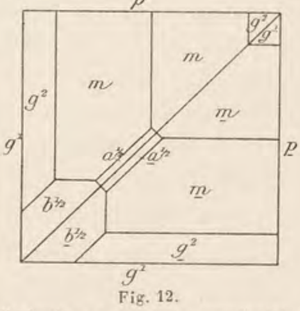


Fig. 12.
Projection, sur un plan perpendiculaire à l'axe *a*, d'une macle de Baveno (Chanteloube).

Les macles de Baveno ne sont pas très rares; les cristaux que j'ai examinés sont très allongés suivant pg^1 et ne présentent à leur sommet que m, $\overline{m}$, avec parfois g^2, $\overline{g}^2$ et plus rarement $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$) (fig. 12). M. de Mauroi m'a communiqué une macle de ce genre d'un blanc rosé, engagée avec quartz enfumé et muscovite dans une halloysite d'un blanc jaunâtre.

Tous les cristaux que j'ai examinés étaient étiquetés « Chanteloube ».

Ils présentent parfois les clivages *m* (110) (Dx) et renferment de nombreuses lamelles microscopiques d'albite; ce feldspath l'accompagne, du reste, d'une façon constante.

L'orthose est exploitée dans cette région et employée pour la fabrication de la pâte et surtout de l'émail de la porcelaine.

Des gisements de pegmatite exploités pour leurs feldspaths se rencontrent sur la rive gauche de la Briance (Vigen, Solignac, etc.).

Dans l'arrondissement de Saint-Yrieix, la pegmatite à grands éléments, pauvre en mica, se trouve au milieu des gneiss et des amphibolites. Elle forme une bande qui s'étend depuis la limite de la Corrèze vers Saint-Yrieix et Le Chalard (carrières de Coussac-Bonneval, de Bois-Vicomte, Marcognac, de La Seinie, du Clos-de-Barre, etc). Ces pegmatites sont en partie kaolinisées (voir *kaolinite*, tome I) et exploitées à la fois pour le feldspath et le kaolin. M. des Cloizeaux a observé sur l'orthose blanche ou rouge de Saint-Yrieix les mêmes particularités que sur celle de La Vilate.

Dans la carrière de La Vilate et dans celle du pont de Barost, on a trouvé des géodes de cristaux transparents ou translucides d'orthose, rappelant l'aspect de l'adulaire, associés à des cristaux de quartz enfumé. Ils présentent les formes p (001), m (110), g^1 (010), g^2 (130), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), $e^{1/2}$ (021) : ils sont généralement allongés suivant l'axe vertical, bien que l'on en rencontre qui présentent un allongement suivant pg^1. Ils sont souvent formés par la réunion d'un grand nombre de cristaux groupés à axes parallèles et portant, sur leurs faces p (001), des stries parallèles à l'arête $p\ h^1$ (001) (100), indice de pénétrations plus intimes encore. Les faces prismatiques sont souvent irrégulièrement cannelées.

Un des cristaux que j'ai examinés est très allongé suivant l'arête $p\ h^1$: il est formé par un grand nombre d'individus accolés suivant g^1 (010). Il semble exister une large face h^1 (100), malheureusement trop terne et trop striée pour se prêter à des mesures précises.

Puy-de-Dôme, Loire. Voir les gisements de tourmaline, de muscovite.

Rhône. Parmi les gisements de pegmatites cités aux minéraux précédents, il y a lieu de faire une mention spéciale pour les pegmatites du gneiss de Beaunan, d'Irigny (carrière du diable) (belles masses laminaires jaune rosé translucides recueillies par M. Gonnard). Le granite du Beaujolais, et en particulier celui de Juliénas, de Chenas, est traversé par des filonnets pegmatoïdes, formés d'orthose rougeâtre et de quartz. Ils sont parfois drusiques et renferment des cristaux nets d'orthose,

généralement un peu aplatis suivant la base et présentant les faces *m* (110), g^2 (130), g^1 (010), *p* (001), avec parfois a^1 ($\bar{1}01$) ou $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$).

Saône-et-Loire. L'orthose en masses laminaires blanches et rosées accompagne le microcline dans les pegmatites de l'Autunois (Marmagne, Broye, Montjeu, etc.); elle paraît même plus abondante que ce dernier minéral. Les cristaux que j'ai recueillis moi-même dans les quartz des pegmatites et ceux que m'a communiqués M. Berthier sont pauvres en faces, *p* (001), *m* (110), g^1 (010), g^2 (130), a^1 ($\bar{1}01$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), souvent aplatis suivant g^1 (010) et maclés suivant la loi de Carlsbad. Ils atteignent 1 décimètre de plus grande dimension : leurs faces sont généralement ternes. Le même feldspath se trouve aussi en grandes masses laminaires dans les pegmatites de Saint-Micaud près le mont Saint-Vincent. Les pegmatites du Sud du département (Saint-Amour, etc.) sont riches en orthose rouge clair ou blanc rosé.

Vosges. — *Vosges.* Delesse a étudié (*A. M.* XVI. 108. 1849) les orthoses des pegmatites vosgiennes et signalé particulièrement les gisements suivants, dans lesquels se trouve probablement du microcline : Ceux, Étang du Xénois en Saint-Étienne, Saint-Nabord, Ranfaing, Le Pont-des-Fées et les Xettes près Gérardmer, Tendon, la vallée de Granges (Les Arentées de Corcieux), entre Gérardmer et Bruyères, Lusse, val d'Ajol, Jussarupt, pied du Thalhoux, Faymont, etc.

[*Alsace*]. Les pegmatites de Saint-Hippolyte, du Rauenthal entre Saint-Remy et Phaunoux près Sainte-Marie-aux-Mines, du Hohlandsperg près Colmar, etc., sont cités par le même auteur pour leurs grands cristaux de feldspath.

Alpes. — *Massif du mont Blanc.* Les granulites et pegmatites du massif du mont Blanc renferment de l'orthose associée à l'anorthose et au microcline.

Maures. — *Var.* On peut citer les pegmatites qui se trouvent entre Cogolin et La Garde-Frainet, Napoule, etc.

Madagascar. — Les pegmatites de l'île sont riches en orthose : dans les sables aurifères on a trouvé des fragments de *pierre de lune*, associés à du quartz opalin.

γ. Dans les microgranulites et les rhyolites (porphyres).

Dans les microgranulites et les rhyolites (porphyres pétrosiliceux et

porphyres à quartz globulaire), l'orthose est un des éléments constitutifs.

Dans les microgranulites, elle se trouve en grands cristaux, atteignant fréquemment plusieurs centimètres de plus grande dimension, et en petits cristaux ou en grains microscopiques.

Dans les rhyolites (porphyres), ce feldspath existe en grands cristaux semblables à ceux des microgranulites et en éléments microscopiques, constitués soit par des microlites ou des globules, soit par de véritables sphérolites radiés.

Je passerai successivement en revue les grands cristaux porphyriques, puis ceux de la pâte de ces roches.

1° Grands cristaux porphyriques (phénocristaux).

Ces grands cristaux se rapportent aux deux types signalés plus haut dans les orthoses de granite : cristaux simples [type I (fig. 1) et type II (fig. 2) page 24 et fig. 13], et cristaux maclés suivant la loi de Carlsbad. Ceux-ci se présentent sous les deux formes représentées par les figures 9 et 10 de la page 26. La première présente en général les faces p (001), m (110), g^2 (130), g^1 (010), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$). Cette dernière forme ne constitue que de petites facettes triangulaires sur les angles p $a^{1/2}$ g^1 de la fig. 10. La seconde combinaison est plus complexe ; elle présente, en outre, a^1 ($\bar{1}01$) et $e^{1/2}$ (021) ; les faces $b^{1/2}$ ($\bar{1}01$) sont très développées et les faces $e^{1/2}$, au contraire, réduites (fig. 37, page 93).

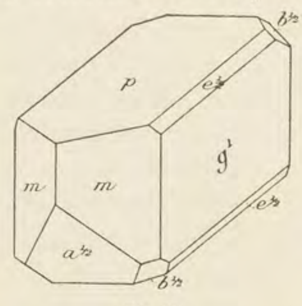
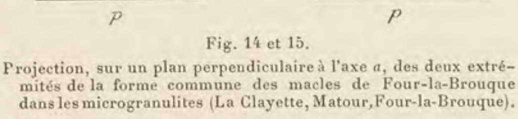


Fig. 13.
Forme commune de l'orthose des microgranulites.

On trouve, en outre, des cristaux maclés suivant les lois de Baveno et de Four-la-Brouque. La forme dominante de ces macles (fig. 14 à 17) est différente de celle qui est habituelle dans les granulites (fig. 7).


Fig. 14 et 15.
Projection, sur un plan perpendiculaire à l'axe a, des deux extrémités de la forme commune des macles de Four-la-Brouque dans les microgranulites (La Clayette, Matour, Four-la-Brouque).

Toutes ces formes se combinent entre elles de la façon la plus complexe. L'examen des lames

minces des roches microlitiques fait rencontrer avec une extrême abondance ces groupements complexes des diverses macles des feldspaths (orthose ou plagioclases). Il est souvent impossible de les débrouiller quand on ne peut isoler les cristaux : à ce point de vue, le gisement de Four-la-Brouque, étudié plus loin, est particulièrement intéressant par la netteté et l'abondance de ces groupements.

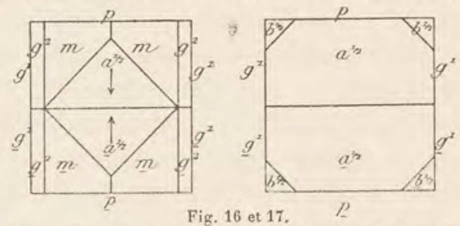


Fig. 16 et 17.
Projection d'une forme de la macle de Four-la-Brouque (microgranulites) moins fréquente que celle représentée par les fig. 14 et 15.

Cévennes. — *Hérault*. De beaux cristaux à faces brillantes d'orthose rose ou rougeâtre se rencontrent aux environs de Ceilhes. La seule mention qui ait été faite de ce gisement est due à M. Groth (*Mineraliensamml. Strassburg*. 247. 1878), qui a trouvé des cristaux en provenant dans la collection de l'Université de Strasbourg. D'après les renseignements que je dois à MM. Delage et Mourgues, ces cristaux se trouvent dans un dyke de microgranulite rouge qui perce les schistes dévoniens et se prolonge jusque dans l'Aveyron. Les échantillons qu'ils ont bien voulu m'envoyer ont été recueillis par eux à 1 kilomètre ouest du village de Ceilhes, sur le bord de la route départementale. Les cristaux isolés atteignent 6^{cm} de plus grande dimension; ils se rapportent aux types I et II. Les macles de Carlsbad présentent fréquemment les faces $e^{1/2}$ (021) et $b^{1/2}$ ($\bar{1}$11) plus ou moins développées.

Gard. La collection du Muséum renferme un cristal m (110), g^2 (130), g^1 (010), $a^{1/2}$ ($\bar{2}$01), $b^{1/2}$ ($\bar{1}$11), rappelant ceux de Four-la-Brouque et indiqué comme ayant été recueilli par Dufrénoy aux environs de La Salle. Il provient certainement d'une microgranulite, de même qu'un autre cristal ayant 5^{cm} de longueur et très analogue d'aspect aux cristaux de Matour décrits page 93 ; ce dernier cristal est indiqué comme provenant de la montagne Sainte-Marguerite.

Plateau Central. — *Aveyron*. Je dois à l'obligeance de M. Boule une série de jolis cristaux (2^{cm} de long) d'orthose recueillis par lui dans la microgranulite altérée des environs d'Ouyre en Camarès, sur la route de Camarès vis-à-vis le lieu-dit Laur. Les cristaux simples présentent parfois g^2 (130); les macles de Carlsbad avec ou sans pénétration possèdent quelquefois les faces $e^{1/2}$ (021) et $b^{1/2}$ ($\bar{1}$11) : elles sont plus aplaties suivant g^1 (010) que dans la fig. 37.

Puy-de-Dôme. Le gisement d'orthose le plus remarquable que j'aie à signaler dans les microgranulites est celui de Four-la-Brouque. Il est connu depuis le commencement du siècle, mais sa richesse en cristaux intéressants a été mise en lumière, il y a quelques années seulement, par M. Gonnard (*B. S. M.* VI. 265. 1883; VIII. 307. 1885 et XI. 177. 1888), dont le travail va être brièvement résumé : toutes les figures données plus loin sont extraites des mémoires de ce savant. M. Gonnard a bien voulu me confier ses nombreux cristaux; je dois aussi la communication d'intéressants échantillons à M. Bielawski.

Ces cristaux d'orthose se trouvent sur la rive droite de l'Allier dans des filons de microgranulite des environs de Four-la-Brouque. Celui de Prat-Moret en Yronde-et-Buron est proche de l'Allier; d'autres plus importants s'observent sur les deux rives du ravin de la Laye, le premier allant du ravin à la grotte de Four-la-Brouque, le second se trouvant aux Moïdas en Orbeil. Les filons de Prat-Moret et des Moïdas sont d'un accès plus facile et sont plus riches que celui de Four-la-Brouque. Les cristaux de ces gisements sont étiquetés dans les anciennes collections minéralogiques : « Saint-Yvoine », « Issoire » (bourg et ville voisins de Four-la-Brouque) ou d'une façon plus vague : « Puy-de-Dôme », « Auvergne ».

Quant aux gisements de Saint-Pardoux, de Vic-le-Comte, du puy de la Courtade, qui ont été cités comme fournissant des cristaux d'orthose, ils n'en renferment pas, d'après M. Gonnard (*op. cit.*, 45).

A. Cristaux simples. — Ces cristaux présentent les deux formes habituelles (type I et II, page 24), possédant parfois en outre les faces g^2 (130), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), $e^{1/2}$ (021), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$). Ils mesurent en moyenne 2^{cm} à $2^{cm}5$, bien qu'ils prennent parfois une plus grande taille. D'après M. Gonnard, les faces a^1 et $a^{1/4}$ ($\bar{4}01$), signalées antérieurement (*op. cit.*, 46) dans un cristal de ce gisement, n'existent pas, le cristal étudié étant une macle de Four-la-Brouque incomplète.

B. Cristaux maclés. — *a*) Macle de l'albite. On a vu page 27 que cette macle se réduit à des groupements à axes parallèles de deux individus réduisant des cristaux à apparence simple.

b) Macle de Carlsbad. Cette macle est la plus commune; les cristaux sont souvent de grande dimension : ils ont en moyenne de 3^{cm} à $3^{cm}5$ suivant l'axe vertical et peuvent atteindre 7^{cm}.

La macle se présente sous les deux formes habituelles, avec angles rentrants (fig. 10, page 26) ou sans angles rentrants par accolement (fig. 9, page 26 et fig. 37); entre ces deux formes se trouvent tous les intermédiaires. Un cas particulier fort rare de cette macle est celui où la face d'association n'est pas g^1 (010), mais où les deux composants sont disposés de telle sorte que l'axe vertical de l'un est sur le prolongement de celui de l'autre. Le cristal est alors symétrique par rapport à un plan perpendiculaire à l'axe vertical et présente une forme en cœur (fig. 18).

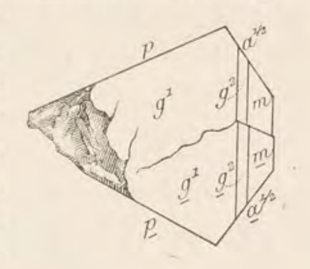


Fig. 18.
Macle de Carlsbad avec pénétration suivant l'axe vertical (Four-la-Brouque).

c) Macle de Four-la-Brouque. L'abondance de cette macle constitue une des caractéristiques de ce gisement : aussi ai-je adopté pour la désigner le nom de Four-la-Brouque proposé par M. Gonnard comme synonyme de celui de Manebach. La proportion des cristaux présentant cette macle est, d'après ce savant, de $\frac{1}{40}$ environ par rapport aux autres formes. Ils sont toujours allongés suivant une arête pg^1 (001) (010) ; ils ont l'apparence de prismes quadratiques, par suite de l'égal développement des quatre faces de leur zone d'allongement et souvent aussi de quatre faces $b^{1/2}$ à l'une de leurs extrémités et de quatre faces m à l'autre. Ces macles sont, en moyenne, de petite taille, mais elles peuvent atteindre 5 à 6^{cm}.

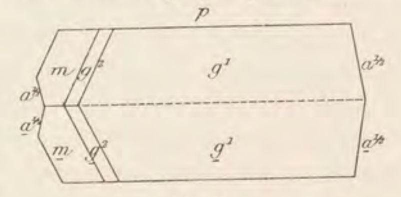


Fig. 19.
Projection sur g^1(010) de la macle de Four-la-Brouque (Four-la-Brouque).

Les formes des cristaux élémentaires sont généralement peu nombreuses: p (001), g^1 (010), g^2 (130), m (110), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$). L'accolement suivant p (001) se fait de telle sorte que les faces a $\bar{a}$ sont toujours contiguës. Les fig. 14 à 17 donnent une idée des principaux aspects de cette macle. Elles représentent les projections des deux extrémités du groupement sur un plan perpendiculaire à l'arête pg^1. Quand on exploite le gisement, on obtient surtout des cristaux brisés présentant l'une ou l'autre des pointements.

d) Macle de Baveno. Ces macles sont moins fréquentes que les précédentes et très difficiles à isoler entières; elles ne dépassent guère 1^{cm} 5.

Elles présentent généralement les formes p (001), g^1 (010), m (110), g^2 (130), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$) avec ou sans $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$). Les faces g^2 (130) y sont souvent très développées, contrairement à ce qui arrive dans les cristaux

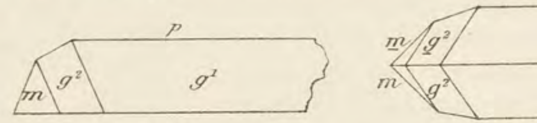


Fig. 20. Projection sur g^1 (010) d'une macle de Baveno.

Fig. 21. Projection d'une macle de Baveno sur un plan tangent à l'arête $g^1 g^1$.

simples : cette particularité est très caractéristique de ce gisement.

e) Combinaisons de ces diverses macles. — L'intérêt des cristaux de Four-la-Brouque réside surtout dans les combinaisons suivantes de ces macles entre elles ou avec des individus simples.

α. Macles de Carlsbad maclées entre elles suivant la loi de l'albite. — Ce groupement consiste simplement dans l'accolement suivant g^1 (010) de deux macles de Carlsbad, puisque l'axe de rotation de la macle de l'albite est l'axe binaire perpendiculaire à g^1 (010); les deux individus contigus ont la même orientation; la même observation s'applique aux deux individus extérieurs.

β. Groupement de deux macles de Carlsbad. — M. Gonnard a

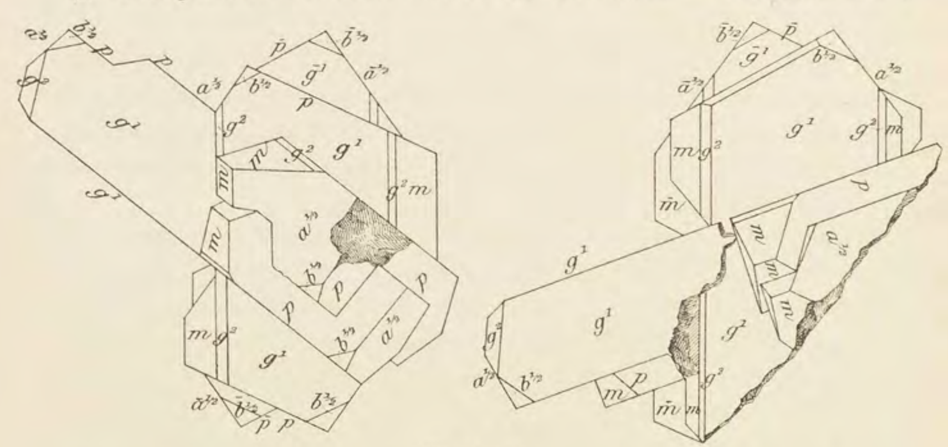


Fig. 22 et 23. Groupement d'orthose. La fig. 23 représente le même groupement que la fig. 22, après rotation de 90° autour de l'arête pg^1 de la macle de Baveno.

observé un groupement de deux macles de Carlsbad dont les faces g^1(010)

font entre elles un angle de 90°. De l'intersection de ces cristaux sort une macle de Baveno : celle-ci a la même épaisseur que l'une des macles de Carlsbad. Elle a ses faces p et g^1 dans le même plan que les faces de cette dernière : elle est d'une épaisseur différente de la seconde macle de Carlsbad, sur laquelle elle est légèrement oblique. Les faces p et g^1 font avec les faces g^1 (010) de celle-ci un angle d'environ 30′. Les faces p et g^1 de la macle de Baveno ne sont exactement parallèles à aucune des faces p des cristaux maclés suivant la loi de Carlsbad (fig. 22 et 23).

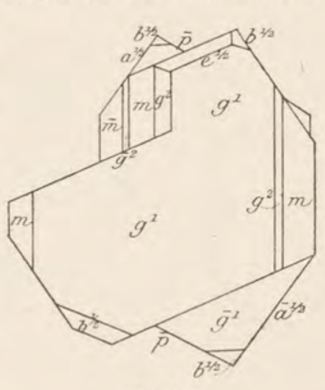


Fig. 24.
Groupement d'orthose (Four-la-Brouque)

γ. Macle de Carlsbad et cristal simple. — Ces groupements sont très fréquents ; le cristal simple a la même épaisseur que l'individu de la macle de Carlsbad auquel il est associé ; sa face g^1 (010) est sur le prolongement de celle de ce dernier, et sa face p (001) est parallèle à celle de ce même cristal.

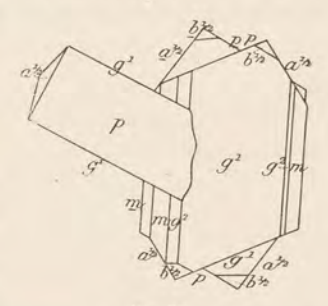


Fig. 25.
Groupement d'une macle de Carlsbad et d'un cristal simple.

On peut considérer ce groupement comme formé par la macle suivant la loi de l'albite d'un cristal simple et d'une macle de Carlsbad avec accolement suivant h^1 (100) du cristal simple à l'un des individus de la macle suivant la loi de l'albite (fig. 24).

Beaucoup plus rarement, les faces p (001) du cristal simple et de l'un des composants de la macle de Carlsbad font entre eux un angle de 90°. Dans ces deux cas, les faces p ou g^1 du cristal simple font un angle de 116° avec le plan h^1 (001) des cristaux maclés suivant la loi de Carlsbad (fig. 25).

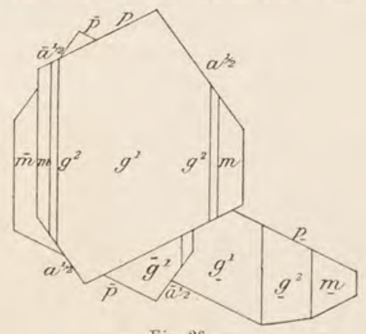


Fig. 26.
Groupement d'une macle de Carlsbad et d'une macle de Baveno.

δ. Macle de Carlsbad et macle de Baveno. La figure 26 représente ce groupement fort rare.

ε. Macle de Carlsbad et macle de Four-la-Brouque (fig. 27). — Le cristal supérieur

de la macle de Four-la-Brouque a sa face p (001) en coïncidence avec p (001) de l'un des individus de la macle de Carlsbad et sensiblement avec a^1 ($\bar{1}01$) de l'autre individu de la même macle. L'individu I de la macle de Carlsbad et l'individu II de la macle de Four-la-Brouque sont donc maclés entre eux suivant la loi de Carlsbad.

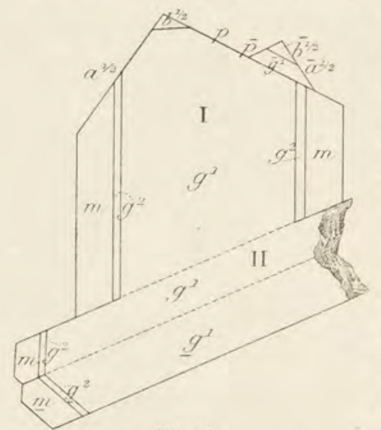


Fig. 27.
Groupement d'une macle de Carlsbad et d'une macle de Four-la-Brouque.

ζ. Macle de Four-la-Brouque et d'un cristal simple. — Un cristal simple aplati suivant g^1 (010) est maclé suivant la loi de Carlsbad avec une macle de Four-la-Brouque (fig. 28).

Dans d'autres cas, une macle de Four-la-Brouque se continue par un cristal simple (fig. 29). L'assemblage est allongé suivant l'arête pg^1.

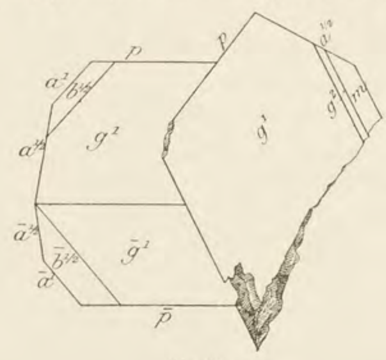


Fig. 28.
Groupement (macle de Carlsbad) d'un cristal simple et d'une macle de Four-la-Brouque.

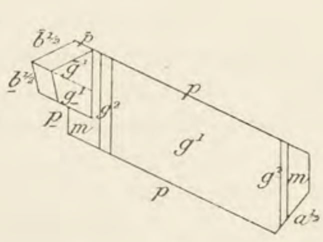
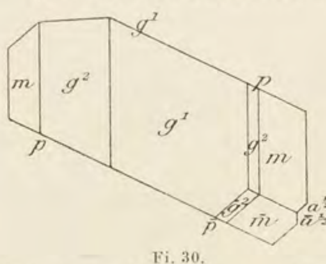


Fig. 29.
Groupement d'une macle de Four-la-Brouque et d'un cristal simple.

η. Macle de Four-la-Brouque et macle de Baveno. — Ces groupements s'effectuent de la même façon que le précédent. L'une des extrémités du cristal est formée par une macle de Baveno, et l'autre, par une macle de Four-la-Brouque.



Fi. 30.
Projection sur g^1 (010) du groupement d'une macle de Four-la-Brouque et d'une macle de Baveno.

Tous les cristaux présentant le groupement de ce genre sont allongés suivant une arête pg^1 (001) (010) (fig. 30 et 31). Ces groupements sont parfois de grande

taille et ont toujours plusieurs centimètres de longueur : ils sont très caractéristiques du gisement de Four-la-Brouque, de même que ceux représentés par les figures 29 et 34.

θ. Macle de Four-la-Brouque et macle de l'albite. — Deux cas peuvent se présenter; un cristal simple est maclé suivant la loi de Four-la-Brouque avec deux cristaux maclés entre eux suivant la loi de l'albite (fig. 32), ou bien les deux composants de la macle de Four-la-Brouque sont constitués par une macle suivant la loi de l'albite (fig. 33).

Fig. 31.
Groupement d'une macle de Four-la-Brouque et d'une macle de Baveno.

ι. Macle de Baveno et cristal simple. — Une macle de Baveno se termine à l'une de ses extrémités par un cristal simple, celui-ci pouvant avoir ses faces g^1 parallèles aux faces g^1 (010) (fig. 34) ou aux faces p (001) de la macle de Baveno (fig. 35). Les deux cristaux ont en général les mêmes dimensions et semblent au premier abord constituer un cristal unique, ayant la forme d'un prisme quadratique à extrémités dyssymétriques (fig. 34 et 35).

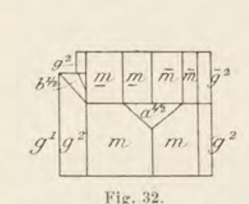


Fig. 32.
Macle de Four-la-Brouque d'un cristal simple et d'une macle suivant la loi de l'albite (fig. 30).

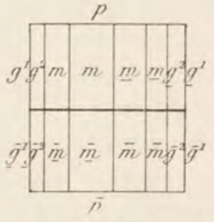


Fig. 33.
Macle de Four-la-Brouque de deux macles suivant la loi de l'albite.

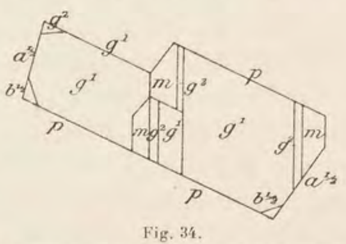


Fig. 34.
Projection sur g^1 du groupement d'un cristal simple et d'une macle de Baveno.

Le mode de jonction des deux cristaux est souvent invisible (fig. 34); mais dans d'autres cas, on peut constater, grâce à une suture plus ou moins nette, que la jonction se fait par pénétration irrégulière (fig. 35),

Enfin, il y a lieu de faire une place à part à un groupement que M. Gonnard a rencontré une seule fois. Deux cristaux simples sont associés de telle sorte que, l'axe vertical de chacun d'eux coïncidant, la face g^1 (010) de l'un est sensiblement parallèle à une face m (110) de l'autre. On peut considérer l'un des cristaux comme ayant tourné de 59°26′ autour de l'axe vertical. Celui-ci serait donc non seulement un axe quasi-binaire, mais aussi un axe quasi-ternaire, et par suite quasi-senaire (*B. S. M.* VIII. 307. 1885).

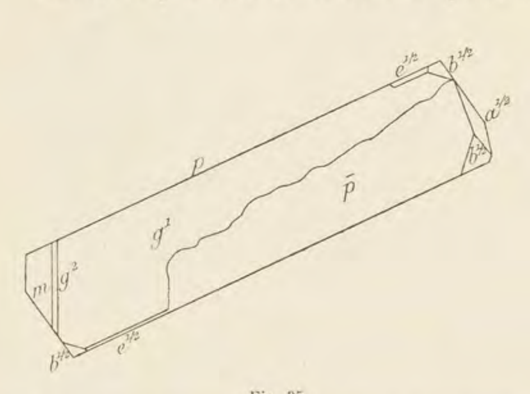


Fig. 35.
Projection sur g^1 (010) d'une macle de Baveno groupée avec un cristal simple (partie droite de la figure).

En outre de ces groupements réguliers, on rencontre à Four-la-Brouque, en quantité considérable, des associations par *à peu près* et d'autres, souvent fort curieuses, qui ne paraissent assujetties à aucune régularité.

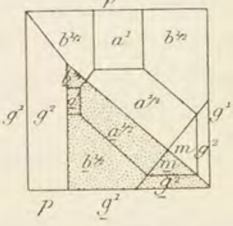


Fig. 36.
Projection, sur un plan perpendiculaire à l'arête $p\,g$ d'une macle de Baveno englobant un cristal simple.

J'ai signalé, page 97, les cristaux d'orthose de la microgranulite de Chaludet à l'ouest de La Celle, qui ont parfois complètement disparu et ont été remplacés par de la tourmaline (fig. 36, page 48).

Saône-et-Loire. De Drée a découvert autrefois un riche gisement d'orthose dans une microgranulite altérée de La Chapelle près La Clayette. Ces cristaux sont d'un rose chair foncé, qui les fait distinguer de ceux de tous les autres gisements français ; ils sont souvent brisés et ressoudés par la pâte de la microgranulite. Ils étaient connus de Haüy, qui a décrit pour la première fois la macle de Four-la-Brouque d'après des cristaux de ce gisement que lui avait remis de Drée (*op. cit.* II. 603. 1801). Les cristaux que j'ai examinés ont été donnés à mon grand-père par ce dernier. Ils présentent les deux types signalés plus haut à Four-la-Brouque : cristaux simples (types I et II et fig. 13 et 37) et macles de Carlsbad : quant aux macles de Four-la-Brouque, elles se rapportent aux types des figures 14 à 17.

J'ai décrit (*B. S. M.* XI. 71. 1888) un gisement voisin qui m'avait été indiqué par M. Michel-Lévy; il se trouve au moulin de Croux près Matour, dans une microgranulite. Il a été mis à découvert par le creusement des fondations d'une grange.

Les cristaux d'orthose de Croux peuvent atteindre 7^{cm} de plus grande dimension; par la netteté de leurs formes et le poli de leurs faces, ils prennent le premier rang parmi les gisements français de microgranulites; ils sont jaune rosé, marbrés de blanc. J'y ai observé les mêmes formes qu'à Four-la-Brouque : p(001), m(110), g^2(130), g^1 (010), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), $e^{1/2}$ (021); c'est par erreur que dans la note précitée a été indiquée e^1 (011). Les cristaux simples sont fréquemment allongés suivant $p\,g^1$ (001) (010) et aplatis suivant g^1 (010), rappelant ainsi les cristaux de sanidine du mont Dore (fig. 44, page 98).

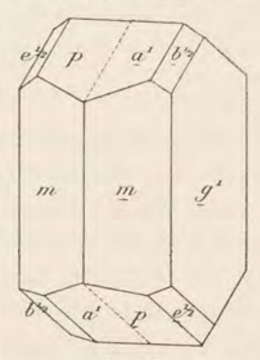


Fig. 37.
Macle de Carlsbad sans angle rentrant (La Clayette).

Les macles de Carlsbad sont très fréquemment formées de deux cristaux de même dimension aplatis suivant g^1 (010) avec ou sans angles rentrants (fig. 37); mais on trouve souvent aussi des macles de Carlsbad de deux individus dont l'un, très gros, aplati suivant g^1 et allongé suivant $p\ g^1$, englobe presque entièrement le second, très petit.

Les macles de Four-la-Brouque sont de petite taille et semblables à celles du gisement de ce nom. On y trouve également des groupements complexes de cristaux; le temps m'a manqué, lors de mon excursion à Croux, pour les dégager : ils sont très fragiles.

Côte-d'Or. M. Berthier m'a communiqué un très beau cristal (macle de Carlsbad) rose, à faces lisses, provenant de Suze en Marcheseuil.

Vosges. — *Vosges*. M. Vélain me l'a signalée sous la même forme dans les microgranulites du Raddon près Ternuay, de la vallée des Charbonniers et du Grand Valtin dans le Nord de la région des lacs, dans les porphyres recouvrant le granite de la Bresse.

Esterel. — *Var*. Les rhyolites (porphyres) pétrosiliceuses d'Agay renferment de gros cristaux d'orthose de plusieurs centimètres, offrant les formes habituelles; ils sont très altérés.

Il est un autre gisement de cette région qui mérite une mention spéciale : c'est le porphyre pétrosiliceux brun de Fréjus et de Saint-

Raphaël; M. Nentien m'a signalé notamment les localités suivantes : Cure Biasse; haute vallée du Rouflon; en aval des mines de Boson, le long du Reyran, et à la source de son affluent le Gargalong.

Ce porphyre renferme en quantité considérable de jolis petits cristaux d'orthose hyalins à reflets opalisants n'atteignant que 1 à 2 millimètres; on trouve parfois cette roche en blocs altérés dans les tufs; par la décomposition de la matière vitreuse de la roche, les cristaux de feldspath sont mis en liberté en même temps que des cristaux hyalins de quartz bipyramidés.

Les échantillons que j'ai examinés m'ont été communiqués par M. Segond; ils ont les formes communes; les cristaux simples, allongés suivant p g^1 (001) (010), abondent; les faces g^2 (130) y sont parfois assez développées; les macles de Carlsbad sont fréquentes, celles de Four-la-Brouque s'y rencontrent quelquefois.

2° Dans la pâte des microgranulites et des rhyolites.

Dans le magma du second temps des microgranulites et des microgranites, l'orthose se trouve en petits individus, visibles seulement à l'aide du microscope : ils possèdent les formes communes des grands cristaux ou sont dépourvus de contours géométriquement définis.

Ce feldspath forme parfois des associations micropegmatoïdes avec le quartz : celles-ci sont distribuées sans ordre dans la roche (*micropegmatites*) ou orientées sur les grands cristaux (*micropegmatites auréolées* ou *à étoilements*.) Les microgranulites de Cochinchine offrent notamment de magnifiques exemples de ces diverses micropegmatites, fréquentes dans le Plateau Central, le Morvan, les Vosges, la Corse, etc.

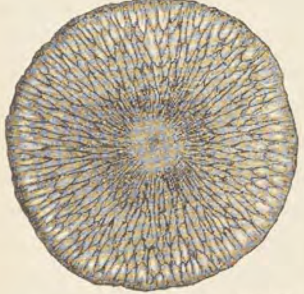
Dans certaines rhyolites (porphyres), l'orthose, pure ou imprégnée de matière amorphe, de quartz, forme des sphérolites à croix noire passant par gradations insensibles à des associations de micropegmatites (voir pages 35 et 36, fig. 24 et 25). Ces sphérolites feldspathiques sont allongés suivant l'arête p g^1 (001) (010), et sont par suite négatifs (Voir Michel-Lévy : *A. M.* VIII. 378. 1875) : ils sont parfois macroscopiques (*pyromérides*). Plus rarement, ces sphérolites sont allongés suivant l'arête p h^1(001) (100) ou h^1 g^1 (100) (010) : ils sont alors généralement pennés et leurs fibres élémentaires sont plus individualisées que celles des sphérolites communs.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Les sphérolites *microscopiques* des rhyolites du ravin de Lusclade au mont Dore (*Puy-de-Dôme*) sont

très analogues, au point de vue de la structure, à ceux des rhyolites du Yellowstone Park, où ils ont été décrits pour la première fois par M. Iddings. Dans ces roches on observe des sphérolites allongés suivant pg^1 (001) (010), et d'autres à allongement positif, à fibres palmées bien individualisées grâce à l'existence d'un peu de verre qui les isole les unes des autres. L'orthose de ces sphérolites est sodique. Elle s'isole, parfois dans les lithophyses, en cristaux de forme analogue à celle de la fig. 8, page 26 : ils sont accompagnés de lamelles de tridymite.

Esterel. — *Var*. Comme exemple de sphérolites macroscopiques, on peut citer ceux de la pyroméride violacée du Gargalong près Fréjus.

Corse. — Les schistes houillers du N.-O. de la Corse sont coupés par de nombreux filons de porphyres renfermant d'énormes sphérolites atteignant parfois la grosseur de la tête et communément celle du poing. Les échantillons de ce genre abondent dans les collections. Ils ont le plus généralement la forme de petits boulets parfaitement sphériques (fig. 38) et plus rarement celle d'ellipsoïdes aplatis (fig. 39). M. Nentien a bien voulu me donner les renseignements suivants sur leur gisement. Ils se trouvent particulièrement entre les golfes de Porto et de Galeria et dans la région qui, partant de la côte entre ces deux golfes, s'élève jusqu'aux hautes crêtes de la Paglia Orba, du Monte Cinto et du Monte Padro. On peut citer notamment les localités suivantes : Curzu, Partinello, Osani, Girolata, Galeria, Argentella, Pirio, etc.



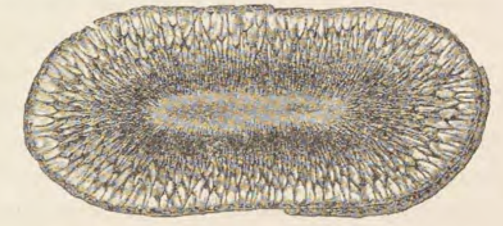


Fig. 38. Fig. 39.
Surface polie de sphérolites gigantesques de micropegmatite, des microgranulites de Girolata (*Corse*). (Réduction de $\frac{1}{3}$ environ.)

L'examen microscopique de ces gros sphérolites m'a montré, dans les échantillons du Muséum et dans ceux que je dois à M. Nentien, tous les types de passage entre la micropegmatite à étoilement et les sphérolites palmés dans lesquels le quartz n'est souvent plus individua-

lisé. Les grands sphérolites sont le plus souvent formés par de vraies micropegmatites. Ils sont parfois colorés par de fines paillettes de biotite, disposées entre les fibres. La roche qui les renferme est une microgranulite qui est aux microgranulites normales ce que la granulite orbiculaire de Fonni (Sardaigne) et la diorite orbiculaire de Santa Lucia de Tallano sont respectivement aux granulites et aux diorites grenues. Les figures 24 et 25 des pages 35 et 36 ont été dessinées d'après des échantillons de pyroméride compacte à sphérolites violacés de quelques millimètres de diamètre provenant de Calasima.

b) *Dans les roches non quartzifères.*

α. Dans les syénites et les syénites néphéliniques.

Dans les syénites et les minettes, l'orthose est souvent sodique, associée fréquemment en microperthites avec de l'albite ou de l'anorthose. Elle est généralement aplatie suivant g^1 (010), souvent maclée suivant g^1 (010), et possède les mêmes propriétés que dans les granites.

Dans la syénite néphélinique de Pouzac, l'aplatissement de l'orthose suivant g^1 (010) est très marqué, les macles de Carlsbad sont fréquentes, de même que les associations microperthitiques d'orthose, d'anorthose et aussi parfois d'albite (fig. 18, page 32). Parfois ces microperthites d'albite et d'orthose sont tellement fines que l'on peut à peine les soupçonner avec de forts grossissements (*kryptoperthite*).

Sur le bord de cette syénite, j'ai observé (*B. S. G.* XVIII. 521. et pl. x. fig. 1 et 2. 1890) d'intéressantes modifications endomorphes : la néphéline disparaît, et la syénite se transforme en une sorte de trachyte à longs microlites palmés d'orthose, parfois groupés en rosettes se rapprochant de la *bostonite* de M. Rosenbusch.

β. Dans les diorites, les diabases et les gabbros.

Dans les diorites passant aux syénites et dans les diorites quartzifères passant au granite à hornblende, on observe de l'orthose entourant les plagioclases et possédant la même orientation qu'eux; dans d'autres cas, le feldspath potassique se trouve en plages granitoïdes dans les interstices laissés par les plagioclases. Il est souvent associé au quartz en micropegmatites. C'est sous cette dernière forme qu'on l'observe fréquemment dans les diabases (Bretagne, Plateau Central).

Dans les gabbros du Pallet, à leur contact avec le gneiss et dans les échantillons renfermant à la fois du quartz et de l'hypersthène, l'orthose se présente parfois en grains sans formes géométriques.

Dans toutes ces roches, l'orthose ne peut guère être décelée que par l'étude *microscopique*.

γ. Dans les roches microlitiques.

L'orthose en microlites est caractéristique des trachytes et des phonolites. Elle se présente aussi en phénocristaux dans les mêmes roches, ainsi que dans les andésites acides.

Dans les trachytes (orthophyres) et les andésites (porphyrites) antétertiaires, les cristaux d'orthose sont altérés, laiteux, offrant le même aspect extérieur que dans le granite : ils ne présentent, dans aucun de nos gisements, de particularités dignes d'intérêt. Je ne m'occuperai donc que des roches postsecondaires dont quelques-unes renferment de fort beaux cristaux.

Dans tous les gisements étudiés dans ce paragraphe, l'orthose se trouve sous sa variété transparente ou translucide, très fendillée, la *sanidine* ; elle est généralement sodique et renferme très fréquemment des inclusions microscopiques (microperthites) d'anorthose.

Les phénocristaux présentent les mêmes formes et les mêmes particularités que dans les microgranulites.

1° Cristaux simples allongés suivant $p\,g^1$ (001) (010), mais toujours plus ou moins aplatis suivant g^1 (type II, fig. 2, page 25).

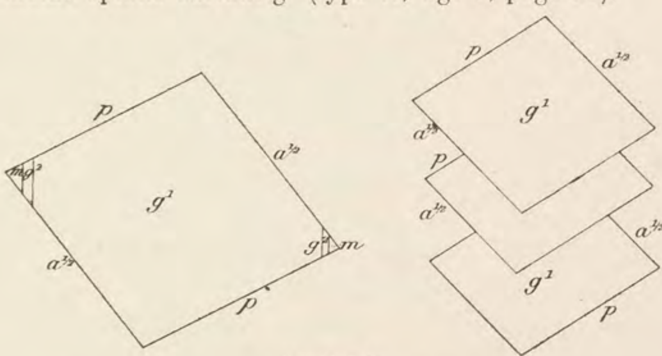


Fig. 40 et 41.
Projection sur g^1 (010) de microlites d'orthose, aplatis suivant g^1 (010).

2° Cristaux aplatis suivant g^1 (010), allongés suivant l'axe vertical

ou suivant l'arête $p\,g^1$ et maclés suivant la loi de Carlsbad avec ou sans pénétration. (Type I, fig. 1, page 25, et fig. 9 et 10, page 26.)

Les microlites présentent les mêmes formes, mais la seconde est la plus fréquente avec extrême aplatissement suivant g^1 (010).



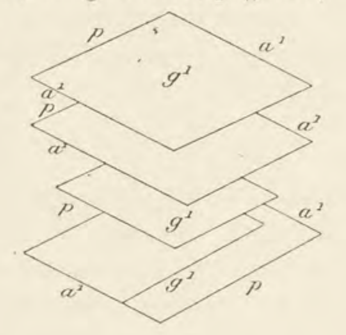


Fig. 42 et 43.
Projection sur g^1 (010) de microlites d'orthose, aplatis suivant g^1 (010).

Les trachytes renferment fréquemment des enclaves à structure miarolitique et essentiellement formées par de la sanidine. Ces *sanidinites* doivent être considérées comme le résultat de la cristallisation intratellurique du magma épanché sous la forme trachytique. Elles sont souvent riches en minéraux accessoires (*Les encl. des roch. volc.* 352).

a) Trachytes et andésites acides et leurs enclaves homœogènes. — Dans les trachytes du Plateau Central, l'orthose microlitique est le plus souvent aplatie suivant g^1 (010), formant de petites lamelles à contours p (001), a^1 ($\bar{1}01$) ou $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), dont les formes se voient très nettement au microscope dans les dômites du Puy-de-Dôme plus ou moins riches en matière vitreuse (fig. 40 à 43).

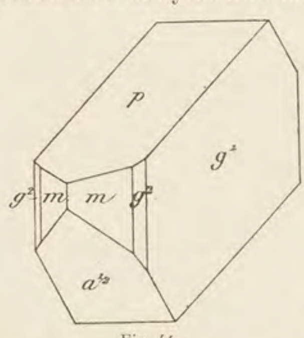


Fig. 44.
Forme commune de la sanidine des trachytes (mont Dore).

Dans les roches plus cristallines, les formes ne se distinguent pas nettement, à cause de la richesse en cristaux et de la pauvreté en matière vitreuse. L'examen microscopique permet toutefois de constater que les formes sont les mêmes que dans la dômite.

Dans quelques trachytes et andésites, au contraire, les microlites d'orthose ont la forme de la fig. 2, page 25, c'est-à-dire de petites baguettes rectangulaires peu allongées suivant l'arête $p\,g^1$ (001) (010) (trachytes augitiques à olivine du mont Dore). Dans les types vitreux de ces roches, les formes des microlites sont remarquablement nettes.

Je ne m'occuperai, dans les lignes qui suivent, que des grands cristaux *macroscopiques*. L'examen *microscopique* montre que ces grands cristaux renferment très fréquemment des facules d'anorthose.

Plateau Central. — *Haute-Loire.* Parmi les trachytes de la Haute-Loire aucun ne se recommande par la beauté de ses cristaux de sanidine ; mais dans celui de Monac j'ai recueilli en très grande abondance des blocs de *sanidinites*, roches essentiellement formées par l'enchevêtrement de cristaux d'orthose sodique aplatis suivant g^1 (010), parfois associés à de l'anorthose. Ces roches sont miarolitiques, très cristallines, à éléments feldspathiques atteignant plusieurs millimètres ; elles renferment du zircon, du sphène et fort rarement du pyroxène et de la biotite. Leurs nombreux vides miarolitiques ont été remplis par de la calcite et de la christianite secondaires.

Cantal. M. Rames m'a signalé des cristaux de sanidine de 2 à 3^{cm} dans le trachyte de La Font-d'Alagnon, au nord de l'ancienne route passant au col du Lioran entre l'Alagnon et le col ; ils sont accompagnés de cristaux de sphène et de biotite.

Le même géologue m'a donné autrefois de beaux cristaux de sanidine atteignant 3^{cm}, blancs marbrés de noir (inclusions vitreuses), à faces brillantes ; ils ont été recueillis dans un bloc d'andésite englobé dans la brèche andésitique d'Ayrens, au N.-O. d'Aurillac ; ils appartiennent aux deux types habituels. Les cristaux simples présentent p (001), g^1 (010), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$) très développés, avec m (110), $e^{1/2}$ (021) et plus rarement g^2 (130), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$). Dans les macles de Carlsbad, les faces $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) sont souvent développées et $e^{1/2}$ (021) très réduites. Un seul cristal ne présentait pas de faces p (001), par suite du très grand développement de $b^{1/2}$ et $e^{1/2}$.

Je dois à M. Boule la communication de très nombreux cristaux de sanidine formant presque à eux seuls un banc de plusieurs mètres d'épaisseur au milieu d'un tuf trachytique du miocène supérieur de Raulhac près le village de Lessenat en Carlat (bord de la route) et du ravin de Doux près Yolet. En lavant ce tuf, j'en ai extrait plusieurs centaines de cristaux jaunâtres devenant parfaitement blancs par un traitement à l'acide chlorhydrique ; ils sont limpides tant qu'ils sont humides, mais deviennent partiellement opaques par dessiccation. Leurs dimensions sont toujours les mêmes : de 2 à 4 millimètres au plus

Ils présentent les mêmes formes que la sanidine d'Ayrens.

M. Boule m'a signalé l'existence de cristaux nets de sanidine, dans les trachytes et leurs tufs, de la vallée du Goul (route entre Raulhac et Jou-sous-Monjou) (Est d'Aurillac), ainsi qu'au-dessous du village de Saint-Clément près de La Roque (dans un affluent du Goul).

Dans le trachyte de Menet, j'ai trouvé, en très grande abondance, de fort belles *sanidinites* miarolitiques dont le feldspath est constitué soit par de l'orthose sodique soit par de l'anorthose. La sanidine y forme des cristaux ayant parfois plusieurs centimètres, mais ne mesurant en général que quelques millimètres. Ils sont aplatis suivant g^1 (010) et très friables. Dans les cavités miarolitiques s'isolent rarement des cristaux transparents à formes nettes g^1 (010), p (001), a^1 ($\bar{1}01$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), $e^{1/2}$ (021), associés à du zircon, du sphène, etc.

Puy-de-Dôme. Une des caractéristiques pétrographiques du mont Dore réside dans l'abondance des grands cristaux porphyroïdes de sanidine qui se rencontrent dans les trachytes et les trachyandésites de basicité très variable qui renferment même parfois de l'olivine (Michel-Lévy : *B. S. G.* XVIII. 812. 1890).

Les plus beaux cristaux se recueillent dans les cendres trachytiques de la Grande Cascade (coulée supérieure), dans le ravin des Égravats, au ravin d'Enfer, au col et au sommet du pic du Sancy et un peu partout dans la vallée du Mont-Dore, si riche en blocs éboulés des hauteurs. On peut signaler aussi La Croix Morand, le puy de la Tache, le puy Poulet, La Morangie en Picherande[1] (revers sud du pic du Sancy). Ce sont ces cristaux qui se trouvent dans les collections sous le nom de « sanidine d'Auvergne ». On y trouve les deux types habituels de cristaux de sanidine ; les faces sont rarement brillantes, presque toujours recouvertes par un reste de verre trachytique. Les macles de Carlsbad sont formées par des cristaux allongés suivant l'axe vertical (fig. 10, page 26) ou suivant l'arête pg^1 (fig. 44), mais toujours aplatis suivant g^1 (010). J'ai recueilli dans le

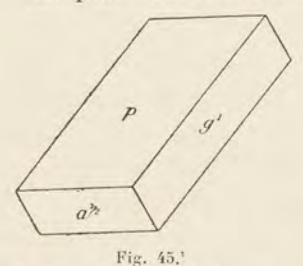


Fig. 45.
Sanidine du ravin des Égravats.

1. M. Fouqué a expliqué la présence de l'olivine dans quelques-unes de ces roches (La Morangie) en admettant qu'elles sont constituées par des andésites à sanidine englobées et remaniées par un épanchement basaltique. (*B. S. M.* XVII. 467. 1894.)

ravin des Égravats un cristal aplati suivant *p* (001) et réduit aux faces $p g^1 a^{1/2}$ (fig. 45).

Ces cristaux ont en moyenne de 2 à 3 centimètres de plus grande dimension. Ils sont très fendillés et presque toujours faculés d'anorthose, qui fournit certainement la plus grande partie du sodium indiqué par les analyses.

Les sanidinites miarolitiques grenues sont rares dans les trachytes du Capucin.

La sanidine associée intimement à l'anorthose se rencontre en cristaux nets de quelques millimètres dans les trachytes acides (dômites) de la chaîne des Puys (Puy-de-Dôme : Clierzou, Petit-Suchet, Sarcouy (cristaux jaune de soufre), etc.). Ces cristaux sont semblables à ceux du Mont-Dore : ils sont difficiles à isoler.

b) Phonolites. — Les microlites d'orthose sodique des phonolites sont de plus grande taille que ceux des trachytes et extrêmement aplatis suivant g^1 (010). C'est grâce à leur orientation suivant des plans plus ou moins parallèles que la phonolite possède la fissilité qui est une de ses caractéristiques. Ces microlites n'ont généralement pas de contours nets : ils sont très fréquemment maclés suivant la loi de Carlsbad. Dans les phonolites altérées, cette forme pailletée des microlites feldspathiques devient très nette à l'œil nu (Pas de Compains (*Cantal*), Valette (*Cantal*), Velay, etc.).

L'orthose sodique se rencontre aussi en phénocristaux ; ils ont les mêmes formes que dans les trachytes, mais sont de plus petite taille : ils dépassent rarement 2 millimètres de plus grande dimension. Il n'est possible de les extraire de leur gangue que dans les phonolites altérées; ils sont beaucoup moins fréquents que dans les trachytes. Les phonolites porphyroïdes sont, du reste, relativement peu abondantes dans le Plateau Central (Lardeyrols, tufs du Pertuis, etc. (*Haute-Loire*), Compains (*Puy-de-Dôme*). Ces phonolites sont feldspathiques ou néphéliniques (voir à *néphéline*, tome I).

Les phonolites du Pertuis (*Haute-Loire*), de Brocq en Menet et de Valette (*Cantal*) renferment (*Les encl. des roches volc.*) des enclaves homœogènes ayant la composition et la structure des syénites néphéliniques ou sodalitiques qui rappellent celles de la syénite néphélinique de Pouzac. Les feldspaths sont constitués par de l'orthose, de l'anorthose, seuls ou associés en microperthites. Leurs cristaux, aplatis suivant g^1 (010), sont enchevêtrés les uns dans les autres et limitent des cavités que remplissent la néphéline et la sodalite.

c) Néphélinites. — J'ai observé de grandes plages d'orthose dans les néphélinites doléritiques du puy de Saint-Sandoux (*Puy-de-Dôme*) et de Rougiers (*Bouches-du-Rhône*) (voir tome I, page 500); elles moulent la néphéline : ce feldspath est faiblement barytique comme l'orthose des roches similaires allemandes.

δ. Dans les roches basaltiques ou dans leurs tufs, comme enclaves.

Les tufs basaltiques ou les roches basaltiques elles-mêmes du Plateau Central renferment assez souvent des fragments vitreux et hyalins d'orthose, qui constituent certainement des enclaves énallogènes, c'est-à-dire des produits ayant cristallisé en dehors du magma basaltique. Si cette question semble peu douteuse (*Les encl. des roches volc.*), il n'est souvent pas très facile de préciser davantage au sujet de l'origine de ces feldspaths. Par une coïncidence curieuse, tous les gisements que j'ai à citer se trouvent dans des régions dont le substratum est formé par des roches anciennes et où les roches basiques ont été précédées par des éruptions acides. On peut se demander dès lors si ces orthoses constituent des fragments de sanidinites, à grands éléments, produites par la consolidation en profondeur du magma épanché sous la forme trachytique, ou si, au contraire, elles ne sont pas plutôt des fragments de roches anciennes granitiques, la grande profondeur à laquelle elles auraient été arrachées permettant d'expliquer leur fraîcheur, à opposer à l'altération de toutes les roches anciennes affleurant dans la région. Rien ne prouve, du reste, qu'il faille donner une solution unique au problème. En ce qui concerne les gisements du Puy-de-Dôme, je me suis prononcé pour la deuxième hypothèse dans mon mémoire sur les enclaves; il y a lieu de remarquer en faveur de cette opinion que ces cristaux offrent l'aspect de l'adulaire plutôt que celui de la sanidine.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. Le gisement le plus important est celui de Montaudou signalé par M. Jannettaz (*B. S. M.* XIII. 372. 1890); l'orthose y est sodique, associée à de l'oligoclase. J'ai trouvé, dans le basalte, des roches grenues à grands éléments feldspathiques renfermant du zircon, de l'ilménite, minéraux inconnus en place dans la région. Des masses laminaires transparentes de 15^{cm} m'ont été communiqués par M. P. Gautier et M. Demarty. Ces grands cristaux de feld-

spath ne renferment dans leur masse aucun autre minéral permettant d'affirmer qu'ils proviennent de la même roche que les roches grenues dont il vient d'être question. A leur contact avec le basalte, ils ont subi des phénomènes de fusion et de recristallisation; ils sont souvent imprégnés de calcite secondaire. On les trouve dans le basalte compact et dans les péperites qui l'accompagnent.

Des feldspaths analogues, mais en moins gros cristaux, se trouvent dans le basalte de Pardines, du puy de la Garde en Saint-Jean-des-Ollières, au puy de Corent près de Veyre, au puy de Chanat, etc.

Algérie. — *Oran*. Les tufs basiques de l'île de Rachgoun, située à l'embouchure de la Tafna, renferment de très nombreuses enclaves d'un feldspath vitreux, qui a été analysé par M. Vélain (*C. R.* LXXIX. 250. 1874) : ce géologue lui a trouvé la composition d'une anorthose; d'autre part, M. Fouqué (*B. S. M.* XVII. 417. 1894) a étudié ses propriétés optiques. Les angles d'extinction sur p (001) et g^1 (010) sont ceux de l'orthose; cependant, l'écartement des axes étant plus grand que dans la plupart des sanidines, M. Fouqué l'a considéré comme une anorthose. M. Gentil a exploré récemment le gisement; il en a rapporté plusieurs kilogrammes de fragments absolument hyalins; ils ont parfois jusqu'à 4^{cm} de plus grande dimension; on y reconnaît des traces des deux formes communes : cristaux simples et macles de Carlsbad. Ces cristaux sont fondus ou corrodés superficiellement, leurs arêtes sont arrondies. Les surfaces des clivages p et g^1 sont parfaites; leur angle ne diffère de 90° que de $1'$ à $3'$. Aussi me paraît-il préférable de regarder ce feldspath, dépourvu de la macle de l'albite, comme une orthose plutôt que comme une anorthose. L'examen microscopique montre sa richesse en calcite qui imprègne ses cassures : ce fait permet d'expliquer la présence de la chaux signalée dans l'analyse donnée plus haut.

M. Gentil a trouvé un feldspath semblable accompagnant des cristaux nets d'augite, de hornblende, de spinelle, du sphène, dans les scories de *leucotéphrite* du cratère de Ben-Ganah dans la région d'Aïn-Témouchent. Les gros cristaux à faces arrondies renferment parfois des inclusions de prismes hexagonaux d'apatite, ils englobent rarement l'augite, aussi est-il probable qu'ils constituent des cristallisations profondes du magma leucitique, et qu'ils ont par suite une origine différente de ceux des gisements auvergnats. Ces gisements algériens rappellent ceux de Wehr dans l'Eifel.

2° *Dans les roches sédimentaires modifiées par les roches éruptives.*

a) *Contact du granite et de la granulite.*

M. Michel-Lévy a montré (*B. S. G.* IX. 181. 1881 et *B. C. F.* n° 9 et n° 36) que, dans beaucoup de contacts immédiats du granite avec les schistes paléozoïques (Saint-Léon (*Allier*), Flamanville (*Manche*), env. de L'Arbresle (*Rhône*), etc.), ces derniers sont injectés par la roche éruptive et transformés sur une petite distance en véritable gneiss, par apport des éléments de l'orthose et du quartz et développement abondant de biotite.

L'orthose de ces schistes micacés se présente en grains arrondis. Au microscope, on les voit envelopper les éléments anciens du schiste. Dans quelques cas, il y a formation de véritables cristaux d'orthose à formes distinctes, rappelant ceux des gneiss porphyroïdes.

J'ai retrouvé dans les Pyrénées de magnifiques exemples de ce mode de métamorphisme du granite [Cauterets, massif de Néouvielle (*Hautes-Pyrénées*), sud d'Ax, de Quérigut (*Ariège*), de Saint-Paul-de-Fenouillet (*Pyrénées-Orientales*)], qui a une grande importance théorique, en ce qu'il indique le mode de formation probable de beaucoup de gneiss.

Les schistes paléozoïques présentent aussi de remarquables modifications au contact des granulites, qui souvent les transforment aussi en roches rubanées feldspathiques très analogues aux gneiss granulitiques dont il sera question plus loin. L'orthose y possède les mêmes caractères que dans ces roches [Bretagne, Pyrénées (*Ariège*), Morvan, etc.].

b) *Contact de la lherzolite et des ophites.*

Pyrénées. — *Haute-Garonne* et *Ariège*. J'ai signalé (*B. C. F.* n° 42. 1895) la fréquence de l'orthose comme produit néogène dans les marnes calcaires liasiques métamorphisées par la lherzolite de la Haute-Garonne et surtout de l'Ariège. Dans ces roches, l'orthose est toujours grenue et le plus souvent associée à des feldspaths très basiques (bytownite ou anorthite). Cette orthose est surtout abondante dans les schistes micacés décrits à l'article *dipyre*.

Les gisements de ces schistes sont énumérés plus loin (voir à *dipyre*); les plus riches en orthose sont les schistes non tachetés des ravins débouchant dans le Bastard entre le pont de Massat et l'étang de Lherz. Les grains d'orthose atteignent rarement 1^{mm} de diamètre.

L'orthose existe aussi dans les calcaires secondaires noirs métamorphisés au contact de la lherzolite et imparfaitement silicatés. Elle s'y présente en petits cristaux distincts m (110), p (001), rarement a^1 ($\bar{1}01$), ne dépassant guère 3^{mm}. Ils accompagnent le dipyre à Cap-de-Mont (*Haute-Garonne*) (M. Gourdon), à Seix (des Cloizeaux, *op. cit.*, I. 234).

Enfin M. des Cloizeaux m'a indiqué de petits cristaux noirs du même minéral qu'il a recueillis en blocs éboulés dans la haute vallée de Héas (*Hautes-Pyrénées*); ils se rapportent au même type, mais je ne connais pas les conditions de gisement des calcaires qui les renferment.

L'orthose de tous ces gisements est sodique.

c) *Dans les enclaves énallogènes des roches volcaniques comme produit néogène.*

Plateau Central. — α. Enclaves de roches anciennes (granite, gneiss, etc.). — J'ai fait voir (*Les encl. des roches volc.*) que l'orthose sodique grenue est un des minéraux qui se forment le plus fréquemment dans la transformation des enclaves quartzofeldspathiques des *trachytes*, des *phonolites* et des *andésites acides* du Plateau Central. Quand il subsiste des restes de leurs feldspaths primordiaux (orthose, oligoclase, etc.), on voit l'orthose néogène s'orienter sur eux (fig. 17, p. 31).

Dans quelques gisements, et en particulier au Capucin (Mont-Dore), le volume des minéraux néogènes étant plus petit que celui des éléments résorbés de l'enclave, il y a production d'une géode dans laquelle l'orthose, la tridymite, les pyroxènes (augite et hypersthène), la magnétite, etc. ont pu librement cristalliser.

Fig. 46. Orthose sodique des enclaves du Capucin.

L'orthose de ce gisement est aplatie suivant p (001) (fig. 46); les cristaux sont toujours très petits; j'ai pu cependant constater les formes suivantes : p (001), m (110), g^1 (010), h^1 (100), g^2 (130), a^1 ($\bar{1}01$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), $e^{1/2}$ (021); ils sont rarement maclés suivant la loi de Four-la-Brouque. Cette forme est celle des cristaux d'orthose des lithophyses des rhyolites du Yellowstone Park.

Leurs propriétés optiques sont celles de l'orthose non déformée; ils sont intimement associés à de la tridymite; les essais microchimiques montrent la présence de la soude.

L'orthose néogène se produit, dans les mêmes conditions qu'au Capucin, au milieu des enclaves gneissiques des phonolites du *Cantal* (Valette) et du *Velay* (Le Pertuis), mais ne s'y présente pas en cristaux libres dans des géodes. La fig. 47, empruntée à mon mémoire sur les enclaves,

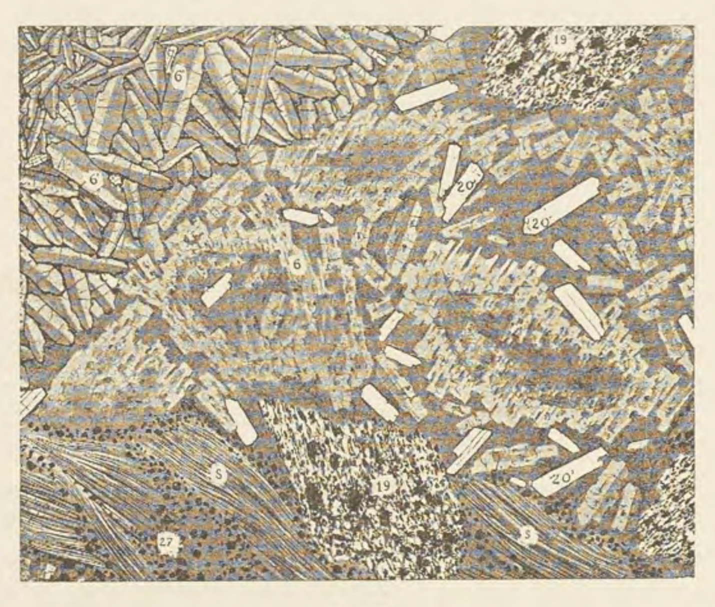


Fig. 27.

Lame mince taillée dans une enclave de gneiss de la phonolite du Pertuis (*Haute-Loire*). Les éléments anciens sont formés par de la sillimanite (S), de la biotite (19) en voie de transformation en spinelle (27), et de l'orthose entourée d'orthose néogène (6); ces minéraux sont noyés dans du verre où se trouvent des cristaux d'ægyrine (20') et de l'orthose. A gauche et en haut se voit la phonolite (6'). (Lumière polarisée).

montre cette orthose néogène orientée sur les débris des feldspaths

β. Enclaves de roches volcaniques. — Les enclaves de roches volcaniques plus anciennes (trachytes, andésites) des trachytes du Mont-Dore (Capucin, Riveau-Grand) renferment très souvent des lamelles de sanidine sodique, semblables à celles qui viennent d'être décrites; elles accompagnent d'une façon constante la tridymite, l'hypersthène, l'augite, la biotite néogènes qui tapissent les cavités de ces enclaves; l'orthose se forme souvent aussi en agrégats de petites lames aux dépens des phénocristaux anciens de sanidine.

Enfin, au Roc de Cuzeau (Mont-Dore), j'ai observé de véritables sanidinites miarolitiques remplissant des intervalles entre le trachyte et ses enclaves de trachyte plus ancien. Ces sanidinites sont formées par l'enchevêtrement de cristaux aplatis de sanidine, de quelques millimètres, associés en microperthite avec de l'anorthose et englobant de l'augite, du sphène, de la magnétite. Ces minéraux se présentent aussi en cristaux distincts dans toutes les cavités.

3° *Dans les schistes cristallins et dans les schistes paléozoïques métamorphisés indépendamment des roches éruptives.*

L'orthose des gneiss ne possède pas de caractères différents de ceux qui ont été décrits dans le granite et la granulite. Ce feldspath se présente en grains sans formes géométriques, blancs ou gris, parfois rouges [coloration fréquente dans les gneiss granulitiques (Morvan, etc.)], associés au quartz. Il se trouve aussi en grands cristaux à forme plus ou moins nette, généralement maclés suivant la loi de Carlsbad et orientés suivant le rubanement de la roche. Les gneiss devenus ainsi porphyroïdes sont comparables aux granites porphyroïdes [environs d'Ax (*Ariège*), Lyonnais, Morvan, etc.].

Parfois ces cristaux sont arrondis ; ils se groupent dans certains gneiss avec du quartz, des feldspaths tricliniques, pour former des nodules moulés par de la biotite (*gneiss œilleté*).

Les gneiss et les micaschistes injectés par la *granulite* (*gneiss et micaschistes granulitisés*) renferment des lits ou amandes riches en orthose, qu'il est souvent impossible de distinguer, au point de vue de leur constitution, des granulites filoniennes. L'orthose y possède les mêmes propriétés que dans ces roches.

Dans l'*Ariège*, au pied du village d'Illiers, près Vicdessos, j'ai recueilli, dans des nodules de ce genre, des masses d'orthose présentant des clivages p (001) et m (110) donnant des solides pseudorhomboédriques recouverts d'un léger enduit de damourite. Ce feldspath est riche en *quartz vermiculé*, particularité très fréquente dans les orthoses des gneiss.

L'orthose est plus rare dans les gneiss amphiboliques, où elle est associée à des feldspaths tricliniques, qui la remplacent même totalement dans les plus basiques de ces roches. De même que dans les

gneiss grenus à pyroxène, avec ou sans wernerite (voir à *dipyre*), cette orthose est grenue et dépourvue de formes géométriques.

Les schistes paléozoïques de beaucoup de régions (Bretagne, Alpes, etc.) renferment parfois de l'orthose développée indépendamment de l'action de roches éruptives. Tantôt ce minéral n'y existe qu'à l'état microscopique ; tantôt il se présente aussi en petits nodules [massif de la Vanoise (*Savoie*) (M. Termier)] ou même [côte de Sainte-Marie (*Loire-Inférieure*)] en gros cristaux arrondis, de plusieurs centimètres, simples ou maclés suivant la loi de Carlsbad, qui offrent les plus grandes analogies de structure avec ceux des gneiss porphyroïdes.

4° *Dans les calcaires sédimentaires, comme produit récent indépendant de l'action de roches éruptives.*

L'orthose se rencontre assez abondamment répandue dans beaucoup de calcaires sédimentaires d'âge très varié, comme produit néogène généralement microscopique.

Morvan. — *Saône-et-Loire*. Delesse a signalé (*B. S. G.* IX. 137. 1851 [1]) l'existence de cristaux d'orthose d'un blanc rosé dans le calcaire liasique à *Gryphœa arcuata*, cristallin et d'un gris jaunâtre du Champ-Morat (ou plutôt Champ-Morel) en Saint-Laurent-en-Brionnais. M. Berthier a bien voulu, sur ma demande, faire des recherches dans ce gisement, sans pouvoir retrouver le minéral signalé par Delesse : il n'y a rencontré que de petits échantillons de barytine rose lamellaire.

Alpes. — *Isère*, *Basses-Alpes*, *Drôme*, etc. Lory, qui a beaucoup insisté sur l'abondance de l'albite dans les calcaires triasiques alpins, a signalé l'orthose dans les calcaires jurassiques [bajocien, bathonien, callovien, oxfordien] de la région subalpine (*C.R.* CIII. 309. 1886). Ces calcaires ne présentent pas d'apparence extérieure de métamorphisme ; quelques-uns d'entre eux sont oolithiques, et, à Corenc près Grenoble, les cristaux de feldspath se trouvent dans les moules d'ammonites du bathonien. Les cristaux d'orthose, aplatis suivant

1. Dans ce mémoire, il cite l'orthose néogène dans une argilolite de La Poirée (*Vosges*).

p (001) et présentant en outre les faces *m* (110), g^1 (010), sont parfois maclés suivant la loi de Carlsbad ; ce feldspath est souvent accompagné par de l'albite, du quartz, de la pyrite.

Lory a constaté que les septarias de Meylan près Grenoble (*Isère*), de Die, de Remusat (*Drôme*), des environs de Digne (*Basses-Alpes*), qui souvent renferment des géodes (fentes de retrait) tapissées de cristaux de dolomie, de quartz hyalin, de célestine, laissent un résidu feldspathique après un traitement par un acide. Une analyse d'un semblable résidu donnée par Lory (septaria des marnes oxfordiennes des environs de Grenoble) lui a fourni la composition suivante :

SiO^2 80,9; Al^2O^3 11,7; CaO 0,28; MgO 0,32; K^2O 4,43; Na^2 2,13 = 99,76,

qu'il a interprétée par un mélange de quartz, d'orthose sodique, d'albite et d'un peu d'argile. Les septarias de Meylan que j'ai examinés sont particulièrement riches en albite, dont j'ai pu isoler plusieurs grammes.

Bassin de Paris. — M. Cayeux a signalé (*C. R.* CXX. 1068. 1895) l'existence de cristaux microscopiques néogènes d'orthose à plusieurs niveaux du crétacé (turonien, sénonien) du Nord de la France et du bassin de Paris. Ils sont aplatis suivant *p* (001) ou suivant g^1 (010) et parfois peu allongés suivant *p* g^1 (001) (010) ou suivant h^1 g^1 (100) (010).

Ces cristaux non maclés présentent les formes *p*, g^1, *m* ; leurs dimensions varient de quelques centièmes de millimètres à 0^{mm} 10.

Ils sont associés à des grains clastiques de feldspaths altérés, à des grains de quartz, etc. Ils se distinguent de ces éléments détritiques par la netteté de leurs formes. Dans le Nord, la proportion d'orthose varie en raison inverse de celle des minéraux clastiques ; elle est surtout abondante à la partie supérieure du sénonien.

Quand les assises crétacées sont riches en glauconie, l'orthose néogène y est rare et réciproquement ; ce fait s'explique facilement : en effet, ces deux minéraux étant potassiques, l'orthose doit se former surtout dans les assises riches en alumine, alors que la glauconie se produit dans celles qui contiennent peu d'alumine et une certaine quantité de fer.

5° *Dans les fentes de roches diverses, comme produit secondaire.*

Je range dans cette catégorie de gisements tous ceux dans lesquels l'orthose s'est produite dans des fissures, par circulation hydrothermale, quelle que soit du reste la nature de la roche traversée par elles.

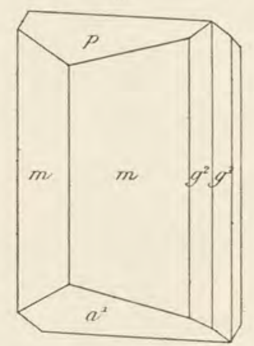


Fig. 48.
Adulaire de l'Oisans.

Les cristaux que l'on observe dans ces conditions ont toujours le même aspect : ils sont pauvres en faces et présentent les formes m (110), a^1 ($\bar{1}01$), avec ou sans p (001) ; p, et g^1 sont striées parallèlement à leur intersection mutuelle, les cristaux sont plus ou moins allongés suivant l'axe vertical ; ils sont souvent transparents ou fortement translucides, constituant alors la variété connue sous le nom d'*adulaire*.

Ils sont associés à de la ripidolite, qui fréquemment les imprègne (adulaire chloritée), à du quartz hyalin, du sphène, de l'axinite, de l'épidote, de l'anatase, de la byssolite, etc. L'examen microscopique fait voir que ces cristaux présentent des plages ondulées (*Alpes*) avec apparence de macles semblant indiquer que le minéral est triclinique : peut-être quelques adulaires doivent-elles être rattachées à l'anorthose. Les cristaux présentent de fréquentes torsions hélicoïdales.

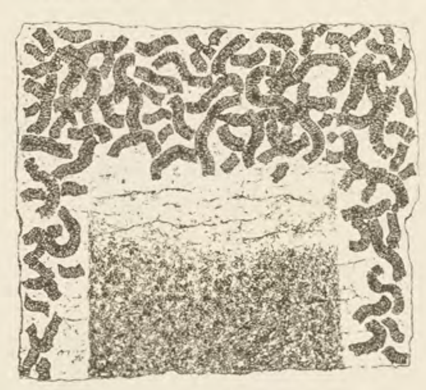


Fig. 49.
Lame mince d'*adulaire chloritée* du Dôme du Goûter, montrant des groupements vermiculés de ripidolite (helminthe) localisés sur les bords du cristal, qui au centre ne renferme que des lamelles enchevêtrées du même minéral. (Grossissement de 20 diamètres. Lumière naturelle.)

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Les fissures des schistes paléozoïques métamorphisés par le granite du massif de Néouvielle, dans les environs de Barèges, et particulièrement à la Piquette déras lids, sont parfois tapissées de petits cristaux d'adulaire possédant les formes m (110), a^1 ($\bar{1}01$), $m p a^1$; ils

sont généralement de petite taille, souvent laiteux, tantôt allongés suivant l'axe vertical et tantôt, au contraire, très raccourcis suivant cet axe. Ces cristaux sont associés à de la calcite, du quartz hyalin, de l'épidote, de l'asbeste ; leur structure est très homogène et leurs propriétés optiques sont normales.

Ce minéral, très anciennement connu dans ce gisement, était avec l'albite désigné sous le nom de *schorl blanc* par les auteurs de la fin du siècle dernier. Il se rencontre dans des conditions analogues, aux pics d'Arbizon et de Montfaucon, associé à l'axinite, au grossulaire, etc.

Fig. 50.
Projection sur p (001) du groupement pectiné d'adulaire sur albite (Piquette déras lids).

Il est très fréquent, à la Piquette déras lids, de voir de petits cristaux d'adulaire régulièrement orientés sur des cristaux d'albite auxquels ils forment une couverture pectinée (voir à *albite*) (fig. 50).

Plateau Central. — *Rhône*. J'ai trouvé de petits cristaux laiteux d'orthose, ayant la forme de l'adulaire, dans les fentes des micaschistes de Sourcieu.

Alpes. — *Massif du mont Blanc. Haute-Savoie*. L'adulaire est fréquente dans les fentes du granite (protogine) et des schistes cristallins du massif du mont Blanc ; elle y forme même de très beaux groupes de cristaux, atteignant individuellement 2^{cm}. Ils présentent les formes citées plus haut et sont souvent laiteux ou chlorités. Les inclusions de ripidolite n'imprègnent parfois qu'un seul côté des cristaux. Ceux-ci présentent fréquemment une torsion hélicoïdale analogue à celle qui est si fréquente dans les cristaux de quartz hyalin des gisements alpins. Dans une même géode, la torsion des cristaux ayant la même orientation n'a pas lieu toujours dans le même sens. Les faces a^1 ($\bar{1}01$) sont profondément striées parallèlement à l'arête de zone $p\ h^1$ (001) (100).

Les groupements en forme de dents de scie représentés par la fig. 51 et constitués par l'association d'un grand nombre de cristaux accolés suivant h^1 (100) ne sont pas rares.

L'adulaire se trouve seule ou associée à du quartz hyalin, du sphène jaune, de l'oligiste titanifère, de la ripidolite ; les gisements qui fournissent les meilleurs cristaux sont : le Jardin du glacier de Talèfre, le dôme du Goûter, le glacier des Bossons, etc.

M. Brun a signalé des cristaux d'adulaire chloritée, associés à du quartz, de l'albite, de la galène, dans les moraines du glacier de Miage (*Z. K.* V. 104. 1880).

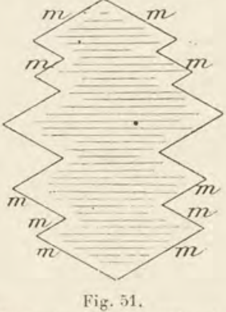


Fig. 51.
Projection sur p (001) des groupements en dents de scie de cristaux d'adulaire se pénétrant suivant h^1 (100).

La collection du Muséum renferme des cristaux noirs d'adulaire, à faces très brillantes, accompagnés de cristaux de quartz de la vallée de l'Arve : ils sont implantés sur du gneiss.

Isère. L'adulaire est abondante dans l'Oisans, soit dans la zone à axinite (voir tome I, page 294) (fissures des schistes cristallins granutilisés des deux rives de la Romanche), soit dans la zone des gisements d'anatase et d'albite (druses des granulites et des schistes amphiboliques) des environs de Saint-Christophe-en-Oisans.

Dans la première (Balme d'Auris), ce minéral accompagne l'axinite, l'épidote, le quartz en cristaux souvent blanc laiteux : $m\ a^1$, $m\ p\ a^1$ de petite taille. Les macles de Carlsbad symétriques par rapport à h^1 (100) ne sont pas rares; dans la seconde (S[t] Christophe, glacier du M[t] de Lans, les Puits, etc.), il forme des cristaux plus souvent transparents associés au quartz, à l'albite, à l'anatase, à la brookite, etc.; ils ont les mêmes formes et présentent souvent des phénomènes de torsion hélicoïdale. Dans un échantillon de la collection du Muséum formé par de gros cristaux offrant cette particularité et présentant les faces m, a^1 et p, l'examen microscopique du clivage g^1 (010) montre que la cristallisation a commencé par la formation d'un cristal dépourvu des faces p (001) et possédant une couleur brune qui contraste avec la couleur blanche de la périphérie.

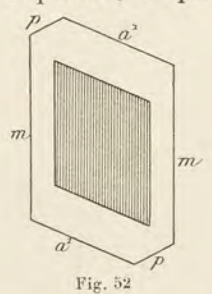


Fig. 52
Lame g^1 (010) d'un cristal d'adulaire de l'Oisans présentant un centre teinté en brun verdâtre. La face p (001) de la périphérie n'existe pas dans le noyau central.

Les groupements en dents de scie (fig. 51) et les associations d'adulaire et d'albite (fig. 50) se rencontrent dans l'Oisans : ils me paraissent moins fréquents que dans les gisements précités.

A La Combe de la Selle, l'adulaire en cristaux troubles accompagne la prehnite, l'épidote, l'albite, l'asbeste et la calcite en lamelles a^1 (0001), p (10$\bar{1}$1).

C'est Haüy qui a montré l'identité de l'adulaire et de l'orthose

orthose) (*Mém. Ac. Sc.* 1784. 270 et *J. P.* XXVIII. 64. 1786).

Hautes-Alpes. M. de la Durandière m'a signalé un intéressant gisement d'anatase trouvé à la cascade des Fréaux par M. Laurent. Les échantillons que ce dernier m'a envoyés sont constitués par des fragments de chloritoschistes et de granulites dont les fentes sont tapissées de cristaux de quartz hyalin ou d'un enduit de cristaux limpides d'adulaire de la forme *m* (110), a^1 ($\bar{1}01$) avec ou sans *p* (001). Sur eux reposent de petits octaèdres d'anatase jaune de miel riches en faces.

L'adulaire forme parfois de jolis petits cristaux de quelques millimètres s'accolant en grand nombre suivant les faces *m* (110). Ils sont fréquemment accompagnés par des rhomboèdres *p* ($10\bar{1}1$) très nets de calcite.

6° *Dans les roches sédimentaires, comme élément clastique.*

L'orthose se rencontre en éléments clastiques dans tous les sédiments formés ou en voie de formation à proximité des massifs de roches anciennes feldspathiques. On la retrouve jusque dans la craie du bassin de Paris, en traitant celle-ci par un acide qui dissout la calcite. Ce qui donne de l'intérêt à l'existence de ce minéral dans les sédiments d'origine marine, c'est qu'il paraît avoir fourni une partie des éléments de la glauconie : on constate en effet fréquemment que ce minéral se forme à ses dépens (voir tome I, page 406).

FELDSPATHS TRICLINIQUES

On a vu, page 24, que les feldspaths tricliniques peuvent être divisés en deux séries :

a) Feldspaths potassiques ou sodopotassiques (*feldspaths pseudo-monocliniques*) ;

b) Feldspaths sodiques, calciques ou calcosodiques (*plagioclases*).

J'étudierai successivement ces deux séries.

FELDSPATHS PSEUDO-MONOCLINIQUES

Anorthose..... (Na, K) Al Si^3 O^8
Microcline..... K Al Si^3 O^8

Ces feldspaths ne se distinguent pas, au premier abord, de l'orthose, dont ils possèdent les formes extérieures habituelles, l'angle de leurs deux clivages faciles p et g^1 (001) (010) ne différant de 90° que de quelques minutes. Cette valeur de l'angle pg^1 ne permet pas de voir sur les clivages p (001) les stries dues à la macle polysynthétique suivant la loi de l'albite qui sont si caractéristiques des plagioclases. C'est aux propriétés optiques qu'il faut avoir recours pour distinguer ces feldspaths l'un de l'autre et les différencier de l'orthose. Ils ne se trouvent pas dans tous les gisements de l'orthose, mais, dans tous ceux où on les rencontre, ils sont les satellites ou les remplaçants de ce feldspath, avec lequel ils se groupent fréquemment en microperthite ; ils sont souvent aussi associés à l'albite.

ANORTHOSE

(Na, K) Al Si^3 O^8

Triclinique, mais très voisin de l'orthose.

$p\ g^1 = 90°29'$ Quatre Ribeiras (Açores) (Fouqué).

Formes observées. Macles et faciès des cristaux. Les formes et les macles macroscopiques observées dans les cristaux d'anorthose sont les mêmes que dans l'orthose. Les macles *macroscopiques* de Carlsbad, de Four-la-Brouque et de Baveno sont fréquents. L'examen *microscopique* seul permet parfois d'y déceler l'existence de la macle de l'albite, de la péricline et peut-être du microcline.

Dans les gisements français décrits plus loin, je n'ai pu isoler aucun cristal ayant des faces assez brillantes pour se prêter à des mesures goniométriques.

Clivages. Clivages p (001) parfait et g^1 facile.

Dureté. Comme l'orthose.

Densité. 2,567 à 2,60; 2,567 Vidalenc (Fq.), 2,592 Liberté (Fq.).

Coloration et éclat. Incolore, rouge ou verdâtre par altération ou

infiltration de produits ferrugineux. Les cristaux fendillés présentent souvent l'apparence de la sanidine.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques presque perpendiculaire à g^1 (010). La bissectrice aiguë *négative* (n_p) fait dans g^1 (010) un angle de + 4° à 10° avec la trace de p (001). Dispersion horizontale nette avec $\rho > v$.

Les données suivantes sont dues à M. Fouqué (*B. S. M.* XVII. 1894) :

					Extinction			
	n_g	n_m	n_p	2 V	sur p	sur g^1	Tn_g	Sn_p[1]
Liberté	»	»	»	49°14′	»	»	6°	89°
Cliergue	»	»	»	42°40′	+ 1°30′	+ 9°	4 à 5°	89°
Vidalenc (Na)	1,5272	1,5266	1,5215	32° 8′	+ 1°30′	+ 10°	9°30′	89°
« (Li)	1,5249	1,5241	1,5188	»	»	»	»	»

Le feldspath de Vidalenc se rapproche de l'orthose par la valeur de ses indices et par l'écartement de ses axes optiques. M. Fouqué a trouvé, en effet, pour l'anorthose Quatre Ribeiras (Na) :

$$n_g = 1,5305;$$
$$n_m = 1,5294;$$
$$n_p = 1,5234.$$

Il se rapproche, au contraire, de l'anorthose par l'angle d'extinction des sections perpendiculaires à n_p.

La relation si nette existant entre la composition chimique des plagioclases calcosodiques (voir page 127) et leurs propriétés optiques ne se retrouve pas dans l'anorthose, ou plutôt n'a pas été mise en évidence jusqu'à présent, les feldspaths les plus riches en sodium étant souvent ceux qui se rapprochent le plus de l'orthose par leurs propriétés optiques : ce fait tient peut-être à ce que les feldspaths analysés et étudiés n'étaient que des mélanges physiques (microperthites) variables d'orthose et d'anorthose.

Les macles de l'albite n'existent pas toujours dans l'anorthose; quand on les observe, elles sont généralement très fines ; la macle de la péricline est plus rare. Dans la face g^1 (010), la trace de la section rhombique (macle de la péricline) fait avec le clivage p (001) un angle de

1. Comme pour les plagioclases calcosodiques, S et T représentent respectivement les sections perpendiculaires aux bissectrices aiguë et obtuse : l'indication n_g ou n_p donne le signe de ces bissectrices. Les nombre inscrits au-dessous de ces indications représentent les angles d'extinction de ces sections rapportés à la trace de g^1 (001) pour les sections Sn_p, et à la trace de p (001) pour les sections Tn_g.

(+) 4° à 8° environ (d'après M. Rosenbusch, ces nombres devraient être pris dans le sens négatif).

Composition chimique. L'anorthose peut être considérée au point de vue chimique comme formée par des mélanges en proportions variables d'orthose et d'albite; elle est souvent un peu calcique.

Analyses : *a*) de l'anorthose du trachyte de Vidalenc, par M. Fouqué; *b*) de l'anorthose de la phonolite de Liberté, par M. Fouqué (*op. cit.*).

	a)	*b*)
SiO^2	66,9	68,0
Al^2O^3	19,8	20,1
Na^2O	7,6	10,1
K^2O	4,5	1,2
CaO	1,3	0,6
	101,1	100,0
Densité	2,567	2,592

Essais pyrognostiques. Comme l'orthose, mais donne une forte réaction de la soude.

Altérations. Comme pour l'orthose.

Diagnostic. Voir à *microcline*, page 122.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'anorthose est toujours accompagnée d'orthose et forme très fréquemment, avec ce feldspath, des associations microperthitiques. L'examen microscopique augmentera certainement le nombre des gisements connus de ce minéral.

L'anorthose n'a été observée jusqu'à présent en France que dans des roches éruptives.

1° *Dans les roches quartzifères.*

a) *Granites et granulites.*

L'anorthose accompagne l'orthose dans un grand nombre de roches granitiques, soit en cristaux distincts, soit en associations microperthitiques avec ce dernier feldspath; elle se rencontre aussi dans diverses granulites ou pegmatites. Voici quelques gisements particulièrement intéressants à ce point de vue.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Les granulites et pegmatites du massif du pic du Midi et notamment celles de la région du lac Bleu

renferment de grands cristaux de feldspath gris bleuâtre, dont il a été question plus haut. Ces cristaux sont souvent constitués par des associations microperthitiques très complexes de microcline et d'anorthose.

M. des Cloizeaux a signalé depuis longtemps (*A. P. C. op cit.* 448) la grande extinction suivant g^1 (010) du feldspath que je rapporte à l'anorthose.

Alpes. — *Massif du mont Blanc. Haute-Savoie.* M. Michel-Lévy a montré l'abondance de l'anorthose, associée à l'orthose et au microcline, dans les roches granitiques (protogine) et les schistes cristallins modifiés par elles du massif du mont Blanc (*B. C. F.* n° 9. 1890).

Corse. — On a vu dans le tome I (page 695) que les granulites et aplites à riebeckite de Corse sont très riches en anorthose.

b) *Microgranulites.*

Ardennes. — Les gros cristaux rosés qui accompagnent l'albite dans le porphyroïde de Mairus sont constitués par du microcline et plus rarement par de l'anorthose. Dans p (001) de ce dernier feldspath, les lames hémitropes suivant la loi de l'albite sont souvent difficiles à voir, à cause de leur finesse et de leur angle d'extinction qui ne dépasse pas 1°.

2° *Dans les syénites néphéliniques.*

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* L'anorthose est l'un des feldspaths de la syénite néphélinique de Pouzac, où elle forme des cristaux aplatis parallèlement à g^1 (010), maclés suivant la loi de l'albite et intimement associés en microperthite avec de l'orthose. Des lames homogènes d'anorthose se rencontrent aussi dans ce gisement. Ces feldspaths sont blancs ou rosés et souvent imprégnés de zéolites ; leurs lames de clivages atteignent 1^{cm} de plus grande dimension.

3° *Dans les roches microlitiques.*

Plateau Central. — L'anorthose accompagne l'orthose dans les *phonolites*, les *trachytes* et leurs enclaves homœogènes.

a) *Phonolites.* Dans les phonolites feldspathiques ou néphéliniques, l'anorthose se présente soit en phénocristaux de quelques millimètres, soit en microlites. L'anorthose de Liberté (*Haute-Loire*), dont les propriétés optiques ont été données plus haut, a été extraite d'une phonolite ægyrinique. Les cristaux d'anorthose présentent les mêmes

formes extérieures que ceux de sanidine ; ils sont souvent constitués par des groupements microperthitiques des deux minéraux.

L'anorthose forme aussi partie intégrante et essentielle des sanidinites néphéliniques ou sodalitiques constituant les enclaves homœogènes des phonolites de Brocq-en-Menet (*Cantal*) et du Pertuis (*Haute-Loire*). Ces roches ont la même structure que la syénite néphélinique de Pouzac.

b) *Trachytes et andésites*. Dans les trachytes et les andésites, l'anorthose accompagne souvent la sanidine, avec laquelle elle est très fréquemment associée en microperthite ; c'est ce qui a lieu notamment dans les trachytes acides (*dômites*) du Puy-de-Dôme et dans la plupart des trachytes et trachyandésites à sanidine du Mont-Dore (Michel-Lévy : *B. S. G.* XVIII. 1890 ; Fouqué, *op. cit.*) cités page 100. M. Fouqué a notamment extrait de petits cristaux d'anorthose, du magma scoriacé friable et gris clair qui s'observe sur la route de Latour à environ 3 kilomètres du mont Dore près du pont jeté sur le ruisseau de Vidalenc. Ces cristaux, fendillés, aplatis suivant g^1 (010) et maclés suivant la loi de Carlsbad, sont associés à des cristaux plus petits d'andésine-oligoclase ; il en est de même pour ceux des cendres des trachyandésites à olivine de Cliergue.

Les enclaves homœogènes (*sanidinites*) des trachytes du *Cantal* (Menet), de la *Haute-Loire* (Monac), du Mont-Dore (roc de Cuzeau), dont il a été question au sujet de la sanidine, sont fréquemment très riches en anorthose.

MICROCLINE

$K\,Al\,Si^3\,O^8$

Triclinique, mais géométriquement très voisin de l'orthose.

Formes observées : p (001), m $(1\bar{1}0)$, t (110), h^1 (100), g^1 (010), g^2 (130), ${}^2g$ $(1\bar{3}0)$; a^1 $(\bar{1}01)$, $a^{1/2}$ $(\bar{2}01)$; $e^{1/2}$ $(0\bar{2}1)$, $i^{1/2}$ (021) ; $b^{1/2}$ $(\bar{1}\bar{1}1)$, $c^{1/2}$ $(1\bar{1}1)$.

$$p g^1 = 90°16' \text{ (Dx)}. \quad mt = 118°31' \text{ (Dx)}.$$

Macles. Macles *macroscopiques* suivant les lois de *Carlsbad*, de

Manebach et de *Baveno*. Macles *microscopiques* et *polysynthétiques* constantes suivant la loi de l'*albite* et du *microcline*.

Faciès des cristaux. Les cristaux du microcline se présentent avec les mêmes particularités que ceux d'orthose ; leurs faces étant généralement peu réfléchissantes, au moins dans les gisements français, et par suite les mesures goniométriques ne s'effectuant pas avec une grande précision, il faut avoir recours à l'étude optique pour distinguer le microcline de l'orthose [face p (001)].

Clivages. Clivages p (001) parfait, g^1 (010) parfois facile ; suivant m (1$\bar{1}$0) parfois net et plus facile que le clivage t (110), qui n'existe pas toujours.

Dureté. 6 à 6,5.

Densité. 2,54 à 2,57 ; 2,571 m. d'Algajola, 2,572 m. d'Itsatsou.

Coloration et éclat. Blanc de lait, gris bleuâtre (*Pyrénées*), jaune clair, rouge, vert (*amazonite*). Éclat vitreux, un peu nacré sur le clivage p (001). Translucide, transparent en esquilles minces.

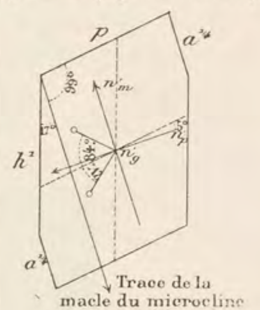


Fig. 1.
Épure de la face g^1 (010).

Propriétés optiques. Les propriétés optiques du microcline ont été déterminées par M. des Cloizeaux (*A. P. C.* V. 433. 1876), qui, grâce à elles, a établi l'existence de ce type feldspathique.

Le plan des axes optiques est presque perpendiculaire à g^1 (010). La bissectrice aiguë est *négative* (n_p) et fait dans g^1 (010) un angle de + 5° avec la trace de p (001).

L'angle d'extinction dans p (001) est d'environ 15°. L'angle d'extinction de Sn_p est 88° (Fouqué), celui de Tn_g de 10°

$$2\,\mathbf{V} = 83^\circ \text{ environ (Dx).}$$

Dispersion horizontale notable avec ρ v.

Nous avons mesuré, M. Michel-Lévy et moi, les indices suivants, sur le microcline de Narestö (Norwège) (Na) :

$$\mathbf{n}_g = 1{,}529;$$
$$\mathbf{n}_m = 1{,}526;$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}523;$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}007 \text{ (ML.)}$$

On a vu page 29 que la macle du microcline diffère de celle de la péricline en ce que son plan de composition, au lieu d'être voisin de

p (001), fait avec cette face un angle d'environ + 99°. Il en résulte que, tandis que, dans les plagioclases maclés suivant la loi de la péricline, les lames p (001) ne montrent, en lumière polarisée parallèle, que les bandelettes de la macle de l'albite, celles de microcline font voir, au contraire, ces bandelettes croisées à angle droit avec celles de la loi du microcline. Le quadrillage qui en résulte (fig. 2) est caractéristique de ce dernier feldspath. Suivant les gisements, il est net, ou bien encore les bandelettes qui le constituent sont plus ou moins fondues.

Sous le nom de « microcline-anorthose », M. Fouqué a décrit (*B.S.M.* XVII. 420. 1834) un feldspath de Molompize (*Cantal*) différant du microcline normal par l'écartement des axes optiques, qui se rapproche de celui de l'anorthose. Le plan de la macle du microcline fait avec p (001) un angle de + 107°

	Tn_g	Sn_p	
Molompize	5 à 8°	88°30′	$2\,V = 56°8'$

M. Michel-Lévy a montré (*B. S. M.* II. 135. 1879) que les propriétés optiques de l'orthose pouvaient se déduire de celles du microcline, en supposant le premier de ces feldspaths composé d'associations submicroscopiques de lamelles de microcline, hémitropes suivant les lois de l'albite et de la péricline.

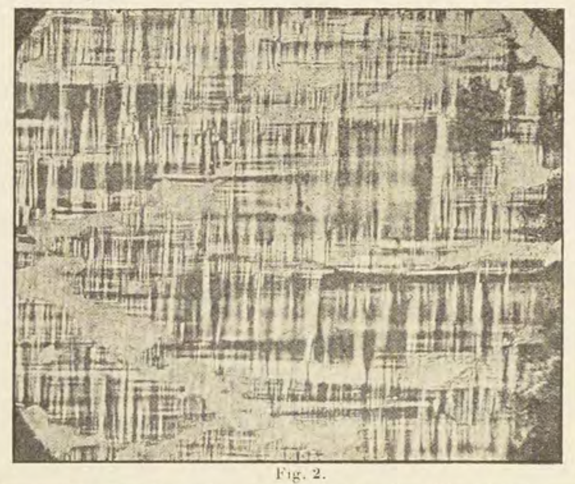


Fig. 2.
Photographie d'une lame mince p (001) du microcline d'Ax (*Ariège*), montrant le quadrillage des macles suivant les lois de l'albite et du microcline. (Lumière polarisée.)

Groupements réguliers de microcline et d'autres feldspaths. Le microcline présente des groupements réguliers presque constants avec l'al-

bite et parfois l'orthose et l'anorthose. Ce sont des groupements par périmorphose (certains groupements avec l'albite) ou de véritables associations microperthitiques (*Mikroklinmikroperthit* de Brögger).

La fig. 2 représente une lame mince de microcline parallèle à *p* (001) faisant voir la *structure quadrillée* de ce minéral et les bandelettes d'albite qui offrent la même orientation géométrique que lui. Ces inclusions d'albite paraissent être l'origine du sodium décelé par la plupart des analyses de microcline : elles manquent rarement.

Beaucoup de microclines renferment des veinules de quartz présentant les mêmes dispositions que celles d'albite.

Composition chimique. La composition du microcline est la même que celle de l'orthose. Analyse du microcline de Broye (avec filonnets d'albite), par M. Damour (*in* Dx. *op cit.*, 462) : densité, 2,548.

SiO^2......	64,80
Al^2O^3.....	19,90
K^2O......	12,11
Na^2O.....	2,10
Perte	0,30
	99,21

Le microcline pur paraît plus pauvre en sodium que la plupart des orthoses : toutefois, dans les syénites néphéliniques, il existe un microcline sodique qui est au microcline normal ce que l'orthose sodique est à l'orthose normal.

Essais pyrognostiques. Comme pour l'orthose.

Altérations. Les altérations ne diffèrent pas de celles de l'orthose des roches anciennes. Il y a lieu de faire remarquer la fréquence des périmorphoses de microcline en albite dont il a été question plus haut. Les cristaux de microcline faisant saillie dans une cavité sont peu à peu épigénisés en albite qui s'oriente sur eux et se termine dans la cavité par un cristal à formes nettes, et dans le microcline par des ramifications en rapport avec les bandelettes habituelles. J'ai décrit des exemples remarquables de ces transformations dans les pegmatites d'Arendal (*B. S. M.* IX. 131. 1886). Elles ne sont pas rares dans les gisements français, et sont généralement accompagnées de production de quartz et de muscovite cristallisés.

Diagnostic. Le meilleur procédé de diagnostic du microcline consiste dans l'examen, en lumière polarisée parallèle, des lames *p* (001)

qui montrent le quadrillage caractéristique des macles suivant les lois de l'albite et du microcline et l'extinction de + 15° par rapport à la trace du clivage g^1 (010). Cet angle est distinctif de l'anorthose dont les macles très fines s'éteignent dans p (001) sous des angles très voisins de 1°.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le gisement principal du microcline est la granulite, la pegmatite et les roches métamorphisées par elles. On le rencontre toutefois en France dans d'autres gisements :

1° Dans les granulites, les pegmatites, et dans les roches modifiées par elles (schistes cristallins ou paléozoïques) ;

2° Dans les granites ;

3° Dans les microgranulites ;

4° Dans les calcaires métamorphisés par la lherzolite.

1° *Dans les granulites, les pegmatites, les roches modifiées par elles, et dans les schistes cristallins, etc.*

Les pegmatites et particulièrement les pegmatites graphiques renferment le microcline, plus fréquemment peut-être que l'orthose. Il s'y présente en grandes masses clivables, rarement en cristaux distincts.

Le même minéral constitue, dans les granulites, l'un des éléments grenus, le plus souvent postérieur aux autres feldspaths. Il n'est pas rare dans les gneiss et particulièrement dans les gneiss granulitiques et, d'une façon générale, dans les roches granulitisées, où il accompagne l'orthose.

Pas plus que pour ce dernier minéral, il ne saurait être question de donner une liste de tous les gisements français de microcline ; je n'en citerai que quelques-uns pour exemples : à peu près tous les gisements de pegmatite cités aux articles *tourmaline*, *muscovite*, *almandin*, pourraient être répétés ici.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord*. Les pegmatites de Dinard près Saint-Malo sont riches en grandes masses blanches de microcline.

Finistère. Le microcline abonde dans les pegmatites graphiques de Pen-an-Veur en Loctudy, de Kerien-Allan en Combrit, etc.

Loire-Inférieure. Il est de même très abondant dans les pegmatites de la Loire-Inférieure : Couëron, environs de Nantes, de Saint-Nazaire, etc

Pyrénées. — J'ai trouvé dans les Pyrénées beaucoup de gisements de microcline ; les suivants se recommandent par quelque particularité.

Basses-Pyrénées. Dans le massif du Labourd, il y a abondance de pegmatites à microcline ; on peut citer les filons de la carrière de cipolins d'Itsatsou ; j'y ai recueilli de superbes masses d'un beau blanc nacré un peu bleuâtre, dépassant souvent un décimètre de plus grande dimension. Le même minéral fournit de petits cristaux globuleux : p (001), m (1$\bar{1}$0), t (110), g^1 (010), a^1 ($\bar{1}$01), $a^{1/2}$ ($\bar{2}$01) au contact de la pegmatite et du calcaire. Ils ont une extrémité libre engagée dans celui-ci.

Hautes-Pyrénées. Le microcline se rencontre dans les pegmatites de Loucrup et d'Ordizan, près Bagnères-de-Bigorre. On le trouve en grande abondance dans les granulites du massif du pic du Midi et en particulier à la montée du lac Bleu, entre Chiroulet et le lac et aux alentours de celui-ci jusqu'au pic. Il se présente souvent dans la roche à fond blanc en grandes masses ou en cristaux d'un gris bleuâtre, maclés suivant la loi de Carlsbad. Parfois ces cristaux sont constitués par des associations microperthitiques de microcline et d'anorthose, accompagnées de veinules de quartz et d'albite. Souvent aussi ils sont très homogènes et présentent d'assez larges plages dans lesquelles on ne distingue plus de macles microscopiques.

Ariège. Le microcline existe dans toutes les pegmatites de l'Ariège, mais il est surtout abondant aux environs et au sud d'Ax (fig. 2). Il se trouve aussi dans les schistes cristallins et dans les schistes paléozoïques granitisés et granulitisés de la même région.

A la montée du fort au-dessus d'Ax (rive gauche de l'Ariège), aux Bazerques et sur la route d'Orlu, se trouve une pegmatite porphyroïde, rappelant celle du lac Bleu, mais possédant de plus grands éléments. Dans une masse grenue d'orthose, de quartz, de muscovite, se détachent d'énormes cristaux de microcline aplatis suivant g^1 (010), presque toujours maclés suivant la loi de Carlsbad et présentant souvent plusieurs décimètres de longueur. Par leur couleur d'un gris bleu, ils tranchent sur le fond blanc de la roche. Les tranchées de la route du fort d'Ax montrent bien la structure de cette roche, qui offre à ce point de vue l'aspect d'une figure énormément grossie d'une lame mince de microgranulite. Ce microcline permet facilement l'étude en lames minces des propriétés de la macle de Carlsbad.

Plateau Central. — Le microcline n'est pas moins commun dans

les granulites et les pegmatites du Plateau Central que dans celles des Pyrénées. En voici quelques gisements intéressants :

Haute-Loire. Le microcline constitue le feldspath de beaucoup de pegmatites de la Haute-Loire et en particulier de celle de Fix.

Cantal. M. Fouqué a décrit sous le nom de *microcline-anorthose* un feldspath blanc laiteux dont les propriétés ont été données plus haut. Il se trouve, avec oligoclase, albite, quartz, biotite, dans les filons de pegmatite traversant les gneiss amphiboliques de Molompize.

Haute-Vienne. Le microcline accompagne l'orthose dans les pegmatites des environs de Saint-Yrieix, de Marcognac et de Chanteloube ; il s'y trouve en très grandes masses, ainsi que dans les leptynites du Limousin (Tielle, Limoges, etc.).

Puy-de-Dôme. La plupart des pegmatites à tourmaline citées tome I renferment des masses laminaires de microcline; il faut y ajouter celles de Biauchaud près Saint-Pierre-la-Bourlhogne, dans lesquelles MM. Gonnard et Adelphe ont trouvé récemment du béryl et du mica palmé (*B. S. M.* XVII. 614. 1894), celle de Berzet (pegmatite graphique).

Loire. M. Gonnard a trouvé, sur les bords du Vizézy (*C. R.* LCIX. 711. 1884) à 10 kilomètres de Montbrison sur la route de Saint-Bonnet-le-Courreau, des pegmatites à microcline renfermant des géodes tapissées de ce minéral. Ces cristaux présentent la forme rare h^1 (100); ils sont associés à des pseudomorphoses de cordiérite en gigantolite.

Rhône. Le microcline abonde dans les pegmatites du Lyonnais.

Morvan. — Le même minéral est abondant en masses laminaires dans les pegmatites de l'Autunois et en particulier dans celles de la vallée du Mesvrin (Broye, Marmagne), à l'Étang (masses rouge chair), Montjeu près Autun (gros cristaux maclés suivant la loi de Baveno), etc.

Vosges. — Dans les pegmatites vosgiennes, le microcline est souvent associé à l'orthose (voir *orthose*).

Alpes. — *Massif du mont Blanc. Haute-Savoie.* Des granulites et des pegmatites à microcline se rencontrent dans le massif protoginique du mont Blanc.

Algérie. — *Alger.* Le feldspath laminaire de la pegmatite à tourmaline du boulevard Bon-Accueil à Mustapha (Alger, porte de l'Agha) est constitué par du microcline riche en filonnets d'albite (Delage, *Le Sahel d'Alger*, 1888, 144).

Madagascar. — Le microcline est très abondant dans les granulites, les pegmatites et les gneiss de toute la partie orientale de l'île, constituée en grande partie par des schistes cristallins.

Les pegmatites du sud du lac Itasy renferment du microcline d'un beau vert (*amazonite*), dont les fragments de clivage atteignent parfois un décimètre de plus grande dimension.

Guyane française. — Les granulites, pegmatites et gneiss granulitiques de la Guyane française sont riches en microcline, souvent d'un beau blanc laiteux.

2° *Dans le granite et les syénites.*

Le microcline est beaucoup plus répandu dans les granites qu'on ne le croit généralement. Il se rencontre dans les granites normaux, sous la même forme que l'orthose [Vernadet (*Puy-de-Dôme*), la Ségalassière, Saint-Marc (*Cantal*), Tregastel et Creach-Saint-André près Saint-Pol (*Finistère*), etc.]; mais on le trouve surtout dans les granites porphyroïdes, dont il constitue les grands cristaux, qui atteignent souvent plusieurs centimètres de longueur. Ils ne se distinguent de l'orthose que par leurs propriétés optiques; ils présentent les deux formes caractéristiques de ce minéral signalées pages 25 et 27.

1° Cristaux sans macles macroscopiques p (001), g^1 (010), a^1 (101), avec les faces m $(1\bar{1}0)$, t (110) (fig. 2, page 25), et parfois g^2 (130), ${}^2g$ $(1\bar{3}0)$; ils sont allongés suivant $p\,g^1$ (001) (010);

2° Cristaux aplatis suivant g^1 (010), maclés suivant la loi de Carlsbad et allongés suivant l'axe vertical (fig. 10, page 26).

De même que les cristaux d'orthose des gisements analogues, ils sont le plus généralement rugueux et peuvent se recueillir en abonnance dans les arènes granitiques. Ils renferment, à l'état d'inclusions souvent distribuées par zones concentriques, la biotite, le feldspath triclinique, etc., qui les accompagnent dans la roche.

Les gisements suivants sont ceux que j'ai visités ou dont j'ai eu entre les mains des échantillons qui m'ont permis d'établir la nature de ces cristaux porphyroïdes de microcline. Ils pourraient être certainement beaucoup multipliés. Il serait intéressant de rechercher si, dans un massif de granite porphyroïde, tous les cristaux porphyroïdes appartiennent exclusivement à l'orthose ou au microcline ou si, au contraire, ces feldspaths se mélangent. Dans les localités de l'Ariège et des Hautes-Pyrénées, citées plus loin, j'ai examiné à ce point de vue un assez grand nombre de cristaux qui tous étaient formés par du microcline.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord*. Le granite de Rostrenen renferme d'énormes cristaux de microcline.

Finistère. Il en est de même du granite porphyroïde du moulin d'Esclopas près Saint-Jacut (gros cristaux aplatis suivant g^1 (010), maclés suivant la loi de Carlsbad et très allongés suivant l'axe vertical).

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Les grands cristaux du granite porphyroïde du flanc nord du pic du Midi (ravins de Binaros, d'Ardalos) sont constitués par du microcline. Cette roche se trouve en blocs roulés dans les vallées de Lesponne et de l'Adour.

Ariège, *Aude* et *Pyrénées-Orientales*. Le massif granitique de Quérigut présente comme accident un granite à grands cristaux porphyroïdes de microcline, que l'on peut observer dans les ravins descendant du pic de Ginevra vers Mijanès, à la sortie de Quérigut sur la route du col d'Harre conduisant à Puyvalador, aux bains de Carcanières, etc.

Plateau Central. — *Cantal*. Le microcline se trouve en grands cristaux dans le granite porphyroïde des environs de La Roquebrou, de La Capelle Viescamp, etc.

Corrèze. Il en est de même dans un grand nombre de gisements de la Corrèze et en particulier dans celui de Mazières.

Saône-et-Loire. M. de Fréminville m'a communiqué de grands cristaux de microcline provenant du granite porphyroïde de Saint-Micaud près le mont Saint-Vincent.

Alpes. — *Massif du mont Blanc*. *Savoie*. Le granite (protogine) du massif du mont Blanc est par places porphyroïde (N.-E. du massif du Trient). Les grands cristaux rosés appartiennent au microcline.

Isère. La syénite micacée ou le granite amphibolique peu quartzeux du lac Lauvitel dont il est question à l'article *Sphène* est riche en microcline.

Corse. — C'est au microcline qu'il faut rapporter les cristaux d'un rose violacé du granite porphyroïde d'Algajola, riche en cristaux bruns de sphène, ainsi que ceux de la plupart des granites porphyroïdes corses.

3° *Dans les microgranulites.*

Ardennes. — Le microcline paraît être une grande rareté dans les microgranulites. Les gros cristaux de la microgranulite (porphyroïde) de Mairus près Deville sont en partie formés par ce feldspath.

4° *Dans les calcaires secondaires modifiés par la lherzolite.*

Pyrénées. — *Ariège*. Les calcaires et marnes calcaires des environs de Prades sont profondément métamorphisés au contact de la lherzolite. J'ai montré (*B. C. F.* n° 42. 1895) qu'ils se chargent souvent de microcline. Au contact d'une petite bosse intrusive de lherzolite ayant pénétré les calcaires noirs, ils se transforment, sur quelques mètres, en un calcaire blanc à grandes lames renfermant des cristaux de biotite, de hornblende et de microcline qui atteignent plusieurs centimètres de longueur. J'ai isolé quelques cristaux de microcline blanc imprégnés de dipyre. Ils présentent les formes *p* (001), *m* $(1\bar{1}0)$, *t* (110), $a^{1/2}$ $(\bar{2}01)$ à peu près également développées. Ils sont creusés de cavités comme la plupart des cristaux isolés d'un calcaire par les acides.

PLAGIOCLASES

La composition chimique et les propriétés physiques des plagioclases, de l'albite à l'anorthite, sont remarquablement continues. Aussi, M. Tschermak a-t-il proposé de considérer ces minéraux, non comme des espèces distinctes, mais comme des mélanges isomorphes en toute proportion des deux termes extrêmes :

$$\textit{Albite} = \mathrm{Ab} = (\mathrm{Na\,Al\,Si^3\,O^8})$$
$$\textit{Anorthite} = \mathrm{An} = (\mathrm{Ca\,Al^2\,Si^2\,O^8})$$

de telle sorte que leur composition peut être représentée par la formule générale

$$\mathrm{Ab}_n\ \mathrm{An}_m.$$

Les propriétés optiques des deux termes extrêmes étant connues, on peut en déduire les propriétés afférentes à chaque valeur particulière de la formule précédente. La densité et les propriétés cristallographiques présentent de même d'étroites relations avec celles des deux types extrêmes.

Cette théorie a déterminé parmi les minéralogistes des discussions passionnées et provoqué de remarquables travaux de MM. des Cloizeaux, Max Schuster, Fouqué, Michel-Lévy, Wallerant, et d'autres encore.

M. Fouqué, à la suite d'observations nombreuses sur les plagioclases

des roches volcaniques d'Auvergne, a proposé d'interpréter les faits d'une façon différente (*B. S. M.* XVIII. 607. 1894), d'admettre qu'entre l'albite et l'anorthite il existe un certain nombre d'espèces intermédiaires à composition déterminée. Ce seraient ces types définis qui, en se mélangeant, donneraient naissance à des composés intermédiaires entre eux. Cette théorie conduit aux mêmes résultats pratiques que celle de Tschermak ; elle se base sur la fréquence, dans les feldspaths étudiés par M. Fouqué, de types bien définis présentant entre eux les associations physiques des *feldspaths zonés*.

Ce n'est pas ici le lieu de discuter cette loi au point de vue théorique[1]. Je renvoie, pour ce sujet, aux récents mémoires de M. Michel-Lévy (*Étude sur la détermination des feldspaths*, Paris, 1894 et 1896), qui conduisent à cette conclusion que, pratiquement, les résultats obtenus présentent, avec le calcul, un accord satisfaisant, bien que certains faits[2] prouvent que, comme la plupart des lois physiques, la loi de Tschermak n'a pas une rigueur mathématique.

Quel que soit du reste le point de vue auquel on se place, que l'on admette la continuité absolue dans la série des plagioclases, ou qu'au contraire on accepte l'existence de types définis, intermédiaires entre l'albite et l'anorthite, il est nécessaire, pour la facilité des descriptions, d'établir parmi les plagioclases un certain nombre de coupures, qui dans la première hypothèse représentent des divisions arbitraires

1. Il y a lieu de faire remarquer que la présence de la potasse, signalée dans un très grand nombre d'analyses et parfois en proportion notable, rend nécessaire l'introduction, dans ces feldspaths, d'un élément potassique (série anorthose-microcline), dont il y aurait lieu de tenir compte dans la discussion de la théorie de Tschermak, ce qui complique encore la question.

2. Parmi ceux-ci, il faut citer les résultats fournis par la méthode d'éclairement commun. M. Michel-Lévy a montré que, si la loi de Tschermak était rigoureuse, il existerait, pour chaque section d'orientation déterminée des plagioclases zonés, un angle caractéristique d'éclairement commun correspondant à la disparition simultanée des zones d'accroissement du cristal : dans cette position, ce dernier devrait paraître homogène. Le cas particulier le plus sensible de cette propriété est celui dans lequel l'éclairement commun coïncide avec les directions d'extinction simultanée (sections perpendiculaires à un axe optique de l'une des zones) : or, dans les divers cas, M. Michel-Lévy a constaté que l'éclairement commun présentait des différences de 3° à 4° entre les plagioclases basiques et les plagioclases acides (feldspaths de la Galite, côte d'Algérie), ce qui montre que la loi n'est qu'approchée (*B. S. M.* XVIII. 79. 1895) [Voir aussi la note de la page 134 au sujet du signe des bissectrices].

et dans la seconde tiennent compte des types définis observés jusqu'à présent[1]. Le tableau suivant donne les grandes divisions que j'ai adoptées ; dans chacune d'entre elles, j'ai introduit, *comme noms de variétés*, les désignations attribuées par M. Fouqué aux types particuliers dont il a déterminé les propriétés optiques. Chaque ligne renferme en outre la composition centésimale et la densité calculées pour quelques combinaisons prévues par la loi de Tschermak. J'y ai joint les désignations employées par MM. des Cloizeaux et Tschermak et les notations de ces minéralogistes : soit en indiquant les rapports d'oxygène R O : Al^2O^3 : Si O^2 sous la forme 1 : 3 : x, soit en tenant compte des rapports d'albite et d'anorthite (Tschermak (Ab_n An_m)) ou du tant °/₀ d'anorthite : les récents diagrammes de M. Michel-Lévy (*op. cit.*, 1896) permettent de repérer les propriétés des plagioclases d'après ce dernier mode de notation.

Cette question de nomenclature n'a qu'une importance restreinte et ne mérite d'intérêt qu'en raison du rôle joué dans les roches par les feldspaths : il est commode, en effet, de pouvoir, sans longues périphrases, exprimer les propriétés optiques d'un plagioclase. Il serait facile, mais oiseux, dans toute autre famille minérale, d'établir des différences spécifiques sur des caractères chimiques aussi peu importants

1. Le travail de M. Fouqué a mis en évidence l'extrême difficulté que l'on éprouve à se procurer des feldspaths suffisamment purs et homogènes pour permettre de déterminer *sur le même échantillon* la composition chimique et les propriétés optiques, ce qui paraît indispensable, si l'on veut se servir, en toute sécurité, de l'une de ces données pour la discussion de la loi de Tschermak. Non seulement, en effet, la même roche peut renfermer plusieurs feldspaths différents, mais encore chaque cristal, considéré individuellement, est fréquemment lui-même constitué par des zones de propriétés différentes et souvent fort éloignées. L'abondance des produits secondaires dans les feldspaths des roches anciennes montre en outre que la plupart des analyses publiées autrefois ne peuvent être d'une grande utilité pour l'éclaircissement de cette question.

Aussi a-t-on le droit d'être quelque peu sceptique sur la possibilité de démontrer d'une façon rigoureuse l'existence ou la non-existence de tous les passages prévus par la loi de Tschermak, la vérification chimique devant, la plupart du temps, manquer aux documents apportés par l'examen optique.

De même, à l'opinion formulée par M. Fouqué sur l'existence de types fixes, on peut opposer le nombre relativement faible des échantillons étudiés complètement jusqu'à présent et le nombre relativement grand des types constatés, faits qui *pratiquement* conduisent au même résultat que la théorie de la continuité, celle-ci dès lors peut être considérée comme exacte avec une approximation suffisante.

		Proportion d'albite et d'anorthite. $Ab_n An_m$	Proportion d'anorthite ($n + m = 100$) $m =$	Rapports d'oxygène 1 : 3 : x. $x =$	Composition en centièmes SiO^2	Al^2O^3	CaO	Na^2O	Densité calculée	Nomenclature de M. des Cloizeaux	Nomenclature de M. Tschermak
Albite		—		—	—	—	—	—			
		1 : 0	0,0	12,0	68,7	19,5	0 »	11,8	2,624	Albite	Albite
Oligoclases	Oligocl.-albite	12 : 1	7,7	10,9	66,6	20,9	1,6	10,9	2,635	Olig. anorm. 1re cl.	Oligoclase
		8 : 1	11,1	10,4	65,7	21,6	2,4	10,4	2,640		
		6 : 1	14,0	10 »	64,9	22,1	3,0	10,0	2,645	Olig. anorm. 2e cl.	
	Oligoclase	4 : 1	20,0	9,3	63,3	23,1	4,2	9,4	2,652	Olig. norm. 3e cl.	
	Olig.-andésine	3 : 1	25,0	8,8	62,0	24,0	5,3	8,7	2,654		
Andésines	Andésine-olig.	2 : 1	33,3	8 »	59,9	25,4	7,0	7,7	2,671	Andésine	Andésine
	Andésine	3 : 2	40,0	7,4	58,1	26,6	8,4	6,9	2,680		
		4 : 3	42,9	7,2	57,4	27,1	8,9	6,6	2,684		
Labradors	Labrador	1 : 1	50,0	6,7	55,6	28,3	10,4	5,7	2,694		Labrador
	Labrad.-bytownite	3 : 4	57,2	6,2	53,7	29,6	11,8	4,9	2,703		
		2 : 3	60,0	6 »	53,0	30,1	12,3	4,6	2,708	Labrador	
		1 : 2	66,6	5,6	51,4	31,2	13,7	3,8	2,716		
Bytownites	Bytownite	1 : 3	75,0	5,2	49,3	32,6	15,3	2,8	2,728		Bytownite
		1 : 4	80,0	4,9	48,0	33,4	16,3	2,3	2,735		
	Bytownite-anorthite	1 : 6	85,7	4,6	46,6	34,4	17,4	1,6	2,742		
		1 : 8	88,9	4,5	45,9	34,9	18,0	1,2	2,747		
Anorthite		0 : 1	100	4 »	43,2	36,7	20,1	0 »	2,758	Anorthite	Anorthite

1. M. Fouqué fait rentrer le feldspath $Ab_1 An_3$ dans la bytownite, parce que c'est à partir de ce plagioclase que l'attaque par l'acide chlorhydrique bouillant devient facile.

que ceux qui distinguent, par exemple, les andésines du labrador.

Propriétés cristallographiques. Les formes présentées par les plagioclases sont très analogues les unes avec les autres, ainsi qu'avec celles de l'orthose; leurs différences individuelles seront passées en revue dans les paragraphes spéciaux à chacun d'eux. Peu de ces feldspaths ont pu être mesurés. Le tableau suivant montre l'analogie de leurs paramètres et permet de les comparer à ceux de l'orthose : ces nombres n'ont pas à beaucoup près la précision de ceux que peuvent fournir les mesures optiques; ils n'indiquent que le sens probable des variations.

	$a : b : c$	yz	zx	xy	pg^1
Orthose	0,6586 : 1 : 0,5559	90°	116° 7′	90°	90°
Albite	0,6331 : 1 : 0,5572	94° 3′	116°27′	88° 9′	93°35′
Oligoclase	0,6321 : 1 : 0,5524	93° 4′	116°22′	90° 4′	93°28′
Andésine	0,6356 : 1 : 0,5521	93°23′	116°29′	89°59′	93°46′
Labrador[1]	0,6377 : 1 : 0,5547	93°21′	116° 3′	89°54′½	93°56′
Anorthite	0,6342 : 1 : 0,5501	93°13′	115°57′	91°13′	94°10′

Clivages. En outre des clivages p (001) et g^1 (010), quelques plagioclases possèdent des plans de séparation suivant $b^{1/2}$ $(\bar{1}\bar{1}1)$ (albite) ou suivant $x = (b^1\ d^{1/3}\ g^1)$ $(\bar{1}21)$ (oligoclase). M. Penfield, qui a signalé ce dernier, pense que le clivage g^1 (010) n'est qu'un plan de glissement en rapport avec la macle de l'albite (*Z. K.* XXIII. 262. 1894). La collection du Muséum possède un bel échantillon d'oligoclase dépourvu de macles et présentant au contraire un clivage g^1 très facile ; il en est de même pour l'albite de Groix.

Macles. Les plagioclases présentent d'une façon presque constante la macle de l'albite, dont les bandes répétées déterminent, sur le clivage p (001), des cannelures parallèles à l'arête $p\ g^1$ (001) (010), généralement visibles à l'œil nu et très caractéristiques de ces feldspaths. Cette macle est fréquemment associée à la macle de Carlsbad, plus rarement à celles de Baveno, de Four-la-Brouque, de l'Esterel, du Roc Tourné, qui sont des macles simples.

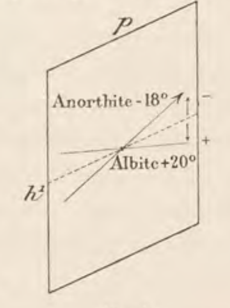


Fig. 1.
Position de la face d'association de la péricline dans les plagioclases.

Les plagioclases présentent souvent aussi la macle de la péricline, qui, sauf dans la *péricline*, est toujours polysynthétique et microscopique. Elle produit, sur les lames de clivage g^1, des stries comparables à celles de la macle de l'albite. Elle peut être surtout

1. Voir la note de la page 184.

observée à l'aide des propriétés optiques en lumière polarisée parallèle.

Les travaux de vom Rath et de Viik ont montré que le plan de composition de cette macle n'est pas le même pour les divers plagioclases, bien que ne s'éloignant jamais plus de 22° de p ; elle est constituée par un plan (*section rhombique*) dont l'intersection avec m $(1\bar{1}0)$, t (110) et g^1 (010) forme des angles plans égaux (fig. 2 et 3, d'après vom Rath). Le tableau suivant donne, d'après ce savant, l'angle que ce plan fait dans g^1 avec la trace de p. Les signes sont comptés dans le même sens que les extinctions (voir page 134).

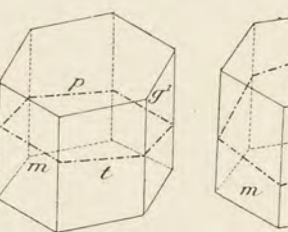


Fig. 2.
Position de la section rhombique dans l'albite.

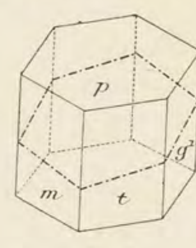


Fig. 3.
Position de la section rhombique dans l'anorthite.

Albite[1]		+ 20° à 22°
Oligoclases	*Oligoclase-albite*	+ 20° à + 10°
	Oligoclase	+ 9° à 3°30'
	Oligoclase-andésine	
Andésines		+ 1° à — 1°, avec 0° pour $Ab_4 An_3$
Labradors / *Bytownites*		— 9° à — 10°
Anorthite		— 15° à — 18°

Coloration et éclat. A l'état frais, les plagioclases sont incolores, transparents; de même que les feldspaths passés en revue plus haut, ils prennent souvent, et particulièrement dans les roches anciennes, des colorations variées dues à la formation de produits secondaires.

Le nom de *microtine* a été proposé par M. Tschermak pour désigner le faciès des plagioclases des roches volcaniques possédant l'éclat de la variété d'orthose, la *sanidine*.

1. La figure 16 de la page 28 représente cette macle d'après M. Schrauf. La trace de la macle sur g^1 (010) y est inexactement dessinée : elle doit faire, en effet, avec la trace de p un angle de 22° d'avant en arrière au lieu de lui être parallèle.

Propriétés optiques. L'indice n_g est plus ou moins voisin de la normale à g^1 (010); sa position varie dans les divers plagioclases :

Angle de $\mathbf{n}_g$ avec la normale à g^1 (Dx).

Albite	15°
Oligoclase	1°
Olig.-andésine	6°
Andésine	17° (calculé M. L.)
Labrador	27°
Lab.-bytownite	37°
Anorthite	50° (Fq.)

Aussi, en lumière convergente, voit-on, dans les lames de clivage

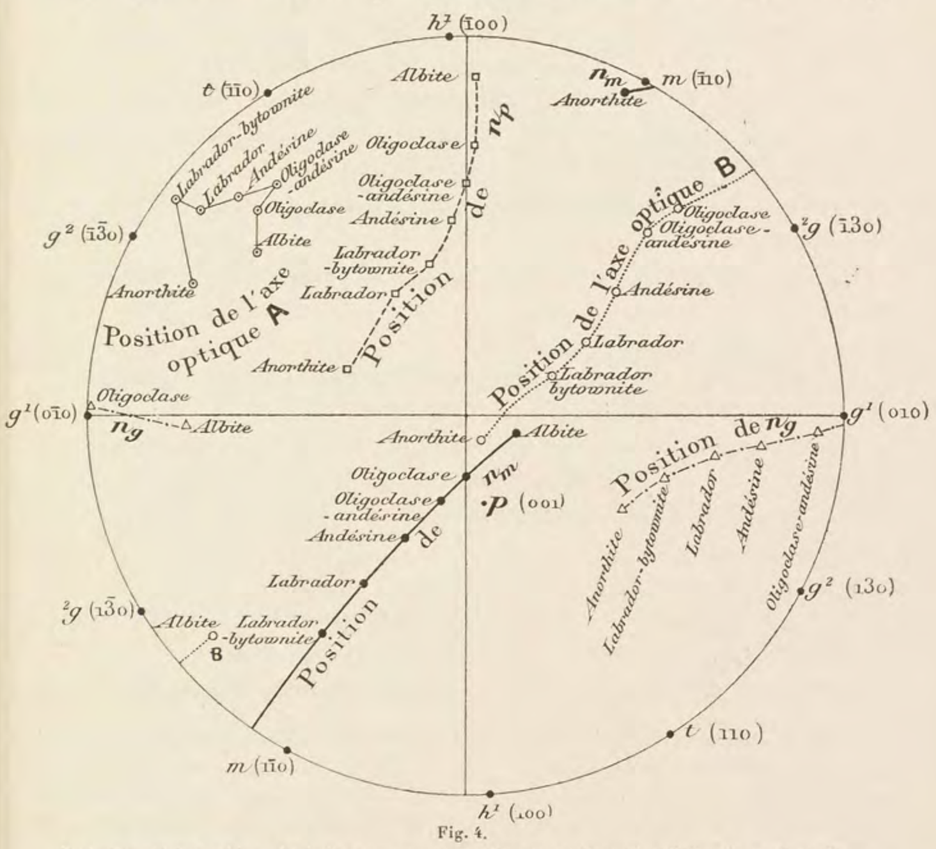


Fig. 4.

Projection stéréographique des indices n_g, n_m et n_p et des axes optiques A et B des divers plagioclases. Le plan de projection est perpendiculaire à l'axe vertical c.

g^1 (010), des images d'autant moins centrées que le feldspath est plus

basique : à partir du labrador, une seule des deux hyperboles est visible dans le champ du microscope.

L'indice n_p est plus ou moins rapproché de l'arête $p\ g^1$.

La figure 4, due à M. Michel-Lévy, résume les travaux de MM. des Cloizeaux, Fouqué et de Fedoroff sur la position des indices principaux des plagioclases.

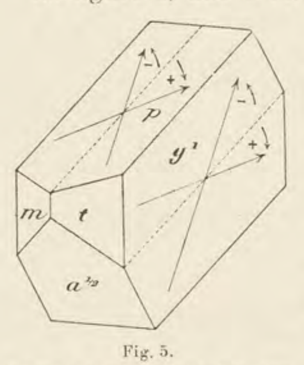


Fig. 5.
Schema montrant le signe des extinctions dans les faces p(001) et g^1 (010). L'angle obtus $p\ g^1$ est placé à droite.

Parmi les données caractéristiques des feldspaths, il y a lieu de citer d'abord les angles d'extinction sur les faces p et g^1, particulièrement étudiées par MM. des Cloizeaux et Max Schuster. Les signes $\pm$ indiqués dans le tableau donné plus loin vis-à-vis de ces angles correspondent à la figure 5 ; les extinctions (direction du plus petit indice de la section considérée) sont rapportées à l'arête $p\ g^1$, le signe $+$ étant compté dans le sens du mouvement des aiguilles d'une montre et le signe — en sens inverse.

L'angle 2 V et le signe de la bissectrice aiguë varient dans le sens suivant[1] :

Bissectrice aiguë *positive* :	*albite*		*labrador*
2 V = 90° :	*oligoclase*	*andésine-oligoclase*	*bytownite*
Bissectrice aiguë *négative* :		*oligoclase-andésine*	*anorthite*

La dispersion des axes est $\rho < v$ autour de n_g de l'albite aux andésines, et $\rho > v$ du labrador à l'anorthite, avec un mélange de *dispersions inclinée et horizontale* ou *tournante*, dont il sera question aux divers plagioclases.

Les indices principaux croissent avec la basicité.

La biréfringence $(n_g - n_p)$ varie de 0,013 (anorthite) à 0,009 (albite), en passant par un minimum de 0,0065 pour une andésine.

Le tableau de la page suivante résume les données fournies par M. des

1. M. Wallerant a établi (*C. R.* CXXI. 740. 1895) les formules donnant l'angle 2 V des plagioclases en fonction des valeurs de 2 V de l'albite et de l'anorthite et de leur biréfringence, et montré que, si la loi de Tschermak était mathématiquement exacte, il ne devrait y avoir qu'un seul plagioclase pour lequel 2 V = 0°. Or, il y en a trois. Toutefois, en calculant les points intermédiaires de la courbe représentant les valeurs de 2 V dans les divers plagioclases, M. Wallerant a constaté l'existence d'une inflexion voisine des oligoclases, qui prouve que, si la loi de Tschermak n'est pas rigoureusement exacte, elle est au moins approchée.

		Ab_n An_m	m	Extinctions sur les clivages p (001)	g^1 (010)	Angle de p avec la section perpend. à n_g	Signe de la bissectrice aiguë	2 V	Angle d'extinction rapporté à la trace du plan des axes optiques) des sections perpendiculaires aux bissectrices n_p	n_g	Angle maximum d'extinction dans la zone perpendiculaire à g^1 (angle de n'_p avec g^1)	Indice moyen
Albite		1 : 0	0	+ 4°	+ 20°	102°	+	77°	74°	20°	— 16°	1,534
Oligoclases	*Oligoclase-albite*	6 : 1	14,0	+ 2°30′	+ 10°30′	93°	+	88°30	84°30′	10°30′	— 4°	»
			18	»	+ 8°			[90°]	90°	7°	0°	»
	Oligoclase	4 : 1	20,0	+ 2°	+ 7°	»	—	88°	88°	5°	+ 2°	1,542
	Olig.-andésine	3 : 1	25	0°	0°	»	—	86°	75°	3°	+ 7°	»
								[90°]				
Andésines	*And.-oligoclase*	2 : 1	33	— 2°	— 4°	106°		»	70°	3°	+ 16°	
	Andésine	3 : 2	40	— 2°30′	— 10°	112°	+	88°	66°	9°	+ 25°	1,553
Labradors	*Labrador*	1 : 1	50	— 5°30′	— 20°	127°	+	77°	60°	22°	+ 34°	1,558
	Lab.-bytownite	3 : 4	57,2	— 11°	— 25°	130°	+	79°	58°30′	33°	+ 37°	1,563
Bytownite		1 : 3	75	»	— 33°	»	»	[90°]	57°	42°	+ 43°	»
Anorthite		0 : 1	(1)	— 36°30′	— 41°30′	145°	—	77°30′	55°30′	48°	+ 55°30′	1,582

1. Cette anorthite est celle de la Somma correspondant environ à $m = 94,7$.

Cloizeaux et par M. Fouqué [1]. J'y ai joint les extinctions (maximum) dans la zone de symétrie perpendiculaire à g^1, dont la détermination constitue un des modes de diagnostic optique les plus précieux pour la distinction des feldspaths tricliniques. Ces derniers nombres ont été établis par M. Michel-Lévy, au récent mémoire duquel je renvoie pour ce qui concerne le diagnostic des plagioclases suivant tous les procédés connus.

Groupements réguliers des feldspaths entre eux. — J'ai exposé page 29 les cas les plus habituels de groupements de deux ou plusieurs feldspaths. Dans les plagioclases, les individus zonés sont extrêmement fréquents : ils présentent les combinaisons les plus variées.



Fig. 6.
Dessin schématique de la face g^1 (010) du cristal zoné représenté par les photographies de la page suivante (fig. 7 et 8).

Aux exemples donnés et figurés plus haut, je joindrai un cristal de la granulite à amphibole de La Grande-Galite qui vient d'être décrit par M. Michel-Lévy : mon savant maître a bien voulu m'autoriser à reproduire les fig. 6 à 8, extraites de son mémoire (*Détermin. des feldspaths*, 1896, pl. XIX). La section considérée est parallèle à g^1 (010) et maclée suivant la loi de Carlsbad. Le cristal est ainsi construit de l'extérieur à l'intérieur (fig. 6).

	Extinctions (moyennes dans I et II).	Feldspaths
a	+ 6°30′	oligoclase (20 °/o d'anorthite)
b	— 21°30′	labrador (54 °/o id.)
c	— 32°	bytownite (70 °/o id.)
d	+ 1°30′	oligoclase-andésine (26 °/o id.)

Les photographies (fig. 7 et 8) montrent l'importance de l'éclairement

1. Les plus importantes de celles-ci sont constituées par les angles d'extinction des sections perpendiculaires aux bissectrices, que M. Fouqué a déterminés et dont il a montré l'importance pour le diagnostic : ces sections sont notées S [sections perpendiculaires à la bissectrice aiguë positive (Sn_g) ou négative (Sn_p)] et T [sections perpendiculaires à la bissectrice obtuse négative (Tn_p) ou positive (Tn_g)].

commun pour mettre en lumière les diverses zones d'un cristal. Dans la fig. 7, le cristal est placé dans la position d'éclairement commun de la macle de Carlsbad (polariseur à 45° de la bissectrice des clivages $p\bar{p}$). Les zones de même nature dans les deux cristaux offrent les mêmes teintes : la bande éteinte est constituée par le labrador *b*, de la fig 6.

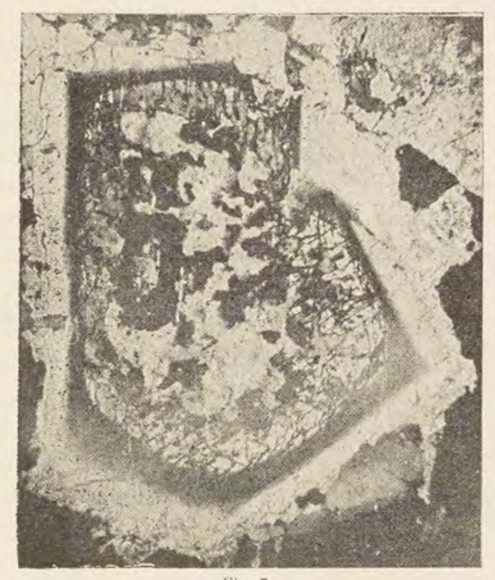


Fig. 7.
Photographie d'une face g^1 (010) d'un feldspath zoné de La Grande-Galite. Position d'éclairement commun de la macle de Carlsbad.

Dans la fig. 8, la plaque est orientée de telle sorte que la bytownite du cristal II (la zone *c*) est éteint, tandis que c'est l'oligoclase-andésine (*d*) qui est éteint dans le cristal I.

Le plus souvent les diverses zones d'un même cristal sont plus régulières comme structure que dans l'exemple qui vient d'être étudié.

Essais pyrognostiques. Les feldspaths tricliniques sont tous fusibles au chalumeau, mais avec une facilité très inégale, qui va en décroissant du labrador à l'anorthite, en passant par l'oligoclase et l'albite.

L'albite, les oligoclases et les andésines sont réfractaires à l'action de l'acide chlorhydrique bouillant (pendant un quart d'heure); le labrador et le labrador-bytownite possèdent

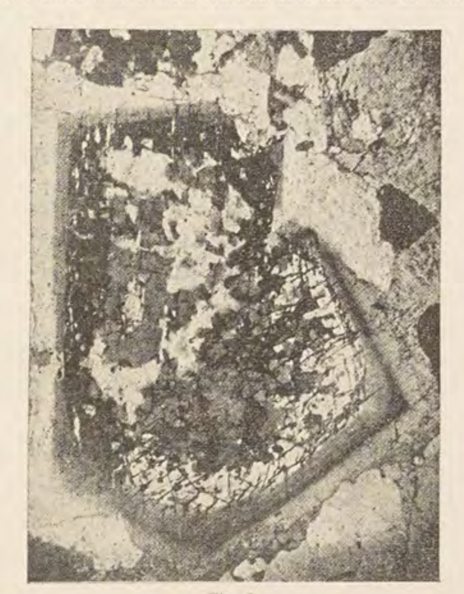


Fig. 8.
Photographie du cristal représenté par la fig. 7. La zone *c* du cristal II et la zone *d* du cristal I sont éteintes.

les mêmes propriétés, d'après M. Fouqué; les bytownites et l'anorthite s'attaquent d'autant plus facilement qu'elles sont plus basiques.

Un petit grain de feldspath attaquable se transforme, dans l'acide chlorhydrique bouillant, en une masse de plus grand volume à aspect laiteux, sans action sur la lumière polarisée : on la distingue alors des grains vitreux de feldspath non attaqué qui peuvent l'accompagner. Dans la recherche du degré de résistance aux acides, il faut tenir compte de la fréquence des cristaux zonés, dont les diverses parties, de composition différente, se comportent différemment vis-à-vis de l'acide employé.

Diagnostic. Les diverses propriétés qui viennent d'être résumées dans ce chapitre rendent facile le diagnostic différentiel des plagioclases, celui-ci doit être demandé surtout aux propriétés optiques résumées dans le tableau de la page 135. Les épures publiées par M. Michel-Lévy (*op. cit.*, 1894 et 1896) donnent d'élégantes solutions des multiples problèmes que présente l'étude des feldspaths dans les lames minces de roches.

ALBITE

$Na\,Al\,Si^3\,O^8 = Ab$

Triclinique. $m\,t = 120°47'$ albite (Dx.).

$b : c : h = 1000 : 1029{,}938 : 478{,}107$. $D = 857{,}567$. $d = 543{,}106$.

angle plan de $p = 115°19'\ 8'$
angle plan de $m = 107°\ 4'54''$
angle plan de $t = 100°28'\ 5''$

$$\left[\begin{array}{lll} & a : b : c = 0{,}63331 : 1 : 0{,}55716 & \\ yz = 94°\ 3' & zx = 116°27' & xy = 88°\ 9' \\ X = 93°36' & Y = 116°25' & Z = 89°56' \end{array}\right]$$

Formes observées. p (001), m $(1\bar{1}0)$, t (110), g^1 (010), g^3 (120), g^2 (130)) ${}^2g$ $(1\bar{3}0)$, $g^{3/2}$ (150), a^1 $(\bar{1}01)$, $a^{3/4}$ $(\bar{4}03)$, $a^{1/2}$ $(\bar{2}01)$, $i^{1/2}$ (021), $e^{1/2}$ $(0\bar{2}1)$ $b^{3/8}$ $(\bar{4}\bar{4}3)$, $b^{1/2}$ $(\bar{1}\bar{1}1)$, $c^{1/2}$ $(1\bar{1}1)$.

Macles. Macles suivant la loi de l'albite presque constantes, parfois seulement microscopiques; macles de Carlsbad, de la péricline (variété péricline), du Roc Tourné, de l'Esterel.

Dans le tableau d'incidences qui suit, les abréviations M., Dx., S.F.,

	Angles calculés	Angles mesurés	
$m\,t$	120°47′	119°55′ F.	
$mg^{=}$ adj.	119°40′	119°40′ S.	49′ Lx.
		120°16′ M.	29′ F.
$t g^{1}$ adj.	119°33′	119°33′ S.	
${}^{2}g\,m$ adj.	150° 3′	150°10′ Lx.	
${}^{2}g\,t$ sur m	90°50′		
${}^{2}g\,g^{1}$ adj.	149°37′	149°37′ S.	46′ F.
$t\,g^{2}$ adj.	149°58′	149°43′ F.	
$g^{1}\,g^{3}$ adj.	140° 0′	138°38′ S.	
$g^{1}\,g^{2}$ adj.	149°35′	149°36′ S.	
$g^{1}\,g^{3/2}$ adj.	160°47′	160°36′ S.	
$m\,\bar{m}$	120°40′	119°49′ M.	
		120°10′ Lx.	
$t\,\bar{t}$	120°54′		
$p\,a^{1}$ adj.	127°45′	127°15′ F.	40′ Lx.
$p\,a^{3/4}$ adj.	114°32′	114°18′ F.	
$a^{1}\,a^{3/4}$	166°47′	166°35′ F.	
$p\,a^{1/2}$ adj.	97°54′	97°50′ Lx.	
$a^{1/2}\,a^{3/4}$	163°22′		
*$p\,e^{1/2}$	133°15′	133° 2′ F.	10′ Lx.
*$e^{1/2}\,g^{1}$	133°10′	133°45′ F.	
$p\,i^{1/2}$	136°50′		
$i^{1/2}\,g^{1}$	136°45′		
$e^{1/2}\,i^{1/2}$ sur p	90° 5′		
$p\,g^{1}$ droit	93°35′	93°37′ S.	39′ Lx.
$p\,\bar{p}$ (rentrant)	172°50′	172°57′ F.	
$e^{1/2}\bar{e}^{1/2}$ (sort.)	93°40′		
*$p\,m$ ant.	110°50′	110°45′ Lx.	
$p\,c^{1/2}$ adj.	124° 7′	124°10′ Lx.	50′ F.
$c^{1/2}\,m$ adj.	125° 3′		
$p\,t$ adj.	114°42′	114°50′ Lx.	
$p\,b^{1}$ adj.	149°49′	149°31′ F.	
$b^{1}\,t$ ant	95°29′	95°28′ Lx.	
$p\,b^{1/2}$ adj.	122°12′	122°10′ Lx.	
$b^{1}\,b^{1/2}$	152°23′	152°19′ Lx.	
$p\,b^{3/8}$	109°40′		
$p\,{}^{2}g$ ant.	99°51′	99°52′	
$p\,g^{2}$	106° 2′30″	106°10′ Lx.	
$p\,\bar{m}$	114°41′	114°48′ M.	
$b^{1}\,g^{1}$ adj.	101°48′	101°43′ Lx.	
$b^{1}\,\bar{b}^{1}$ sort.	156°24′		
$b^{1/2}\,g^{1}$ adj.	113°41′	113°40′ S.	
$g^{1}\,a^{1}$ sur $b^{1/2}$	86°20′	86°10′ Lx.	
$c^{1/2}\,g^{1}$ adj.	119°33′	119°44′ S.	
$c^{1/2}\,g^{1}$ sur a^{1}	60°27′	59°55′ Dx.	
$a^{1}c^{1/2}$ adj.	154°27′		

	Angles calculés	Angles mesurés
$a^{1}\,b^{1/2}$ adj.	152°39′	152°41′ Lx.
$b^{1/2}c^{1/2}$ sur g^{1}	53°14′	
$b^{1/2}\bar{b}^{1/2}$ (sort.)	132°38′	
$a^{1}\,\bar{a}^{1}$ (rentr.)	172°40′	172°44′ Lx.
$c^{1/2}\bar{c}^{1/2}$ (sort.)	120°54′	120° 4′ Dx.
$g^{1}\,b^{3/8}$ adj.	117°35′	
$g^{1}a^{3/4}$ sur $b^{3/8}$	86°49′	86°41′ F.
$a^{3/4}\,g^{1}$ adj.	93°11′	
$b^{3/8}\bar{b}^{3/8}$ (sort.)	124°50′	
$a^{3/4}\bar{a}^{3/4}$ (rent.)	173°38′	
$g^{1}\,a^{1/2}$ s. $b^{1/4}$	87°40′	87°48′ Lx.
$a^{1/2}\,g^{1}$ adj.	92°20′	93°26′ Lx.
$a^{1/2}\bar{a}^{1/2}$ (rent.)	175°20′	
$m\,b^{1}$ adj.	96° 7′	
$m\,a^{1}$ adj.	114°14′	114°18′ Lx.
$a^{1}\,b^{1}$ adj.	149°39′	149°32′ Lx.
$m\,a^{3/4}$ adj.	125° 5′30″	
*$m\,e^{1/2}$ adj.	128°24′	128°20′ Lx.
$m\,b^{1/2}$ sur $e^{1/2}$	81°27′	
*$m\,a^{1/2}$ adj.	137°33′	137°25′ Lx.
$e^{1/2}\,b^{1/2}$	133° 3′	
$e^{1/2}\,a^{1/2}$	94° 3′	
$b^{1/2}\,a^{1/2}$	141° 0′	141° 8′ Lx.
$b^{3/8}\,m$ ant.	75° 8′	
$t\,a^{1}$ sur c^{1}	69°40′	69°38′ Lx.
$t\,i^{1/2}$ adj.	128°41′	
$t\,c^{1/2}$ adj.	95° 0′	
$t\,a^{1/2}$ adj.	134°18′	134° 9′ Lx
$a^{1/2}\,c^{1/2}$ adj.	140°42′	
$t\,e^{1/2}$ sur p	86°52′	
$t\,a^{3/4}$ adj.	121°22′	
${}^{2}g\,e^{1/2}$ adj.	139° 0′	138°45′ Lx.
${}^{2}g\,b^{1}$ sur $e^{1/2}$	100°20′	
${}^{2}g\,c^{1/2}$ adj.	128° 8′	
$e^{1/2}\,b^{1}$ adj.	141°20′	
${}^{2}g\,a^{1}$ adj.	106° 0′	106° 7′ Lx.
${}^{2}g\,b^{1/2}$ adj.	98°18′	
${}^{2}g\,a^{3/4}$ adj.	111°30′	
${}^{2}g\,a^{1/2}$ adj.	116°56′	116°40′
$g^{2}\,b^{1/2}$ sur c^{1}	56°43′	56°40′ Lx.
$i^{1/2}\,b^{1/2}$ sur c^{1}	95°12′	

Lx., sont mises en regard des mesures prises par Marignac sur les cristaux du col du Bonhomme (*in* Dx., *op. cit.* 318); par M. des Cloizeaux sur ceux de Modane (*id.*); par M. Sella (*R. Ac. Lincei*, IV. 454. 1888) sur ceux de Gebroulaz, par M. Franck (*B. Ac. de Belg.* XXI. 606. 1891) sur ceux de Revin, et par moi-même sur ceux de l'Oisans[1].

Faciès des cristaux. Les faces de la zone prismatique sont très striées parallèlement à l'axe vertical, a^1 ($\bar{1}01$) et $a^{3/4}$ ($\bar{4}03$) sont souvent arrondies ou striées parallèlement à leur intersection, $b^{1/2}$ ($1\bar{1}1$) ondulée.

Le faciès des cristaux d'albite est fort variable. Ils sont souvent aplatis suivant g^1 (010) et tantôt allongés suivant l'axe vertical, tantôt suivant l'arête g^1 a^1 (010) ($\bar{1}01$) et très rarement suivant $p\,g^1$ (001) (010). Quelquefois (Oisans), les cristaux sont aplatis suivant une face de la zone perpendiculaire à g^1 et voisine de a^1 ($\bar{1}01$) ou allongés suivant p a^1 (001) ($\bar{1}01$) (péricline).

Dans les pegmatites, des cristaux de la forme p $a^{3/4}$ g^1 (fig. 1) se réunissent parfois en grand nombre à axes imparfaitement parallèles, donnant des groupements en gerbes, en éventail qui rappellent un peu ceux de la prehnite.

Les cristaux d'albite sont généralement maclés suivant la loi de l'albite, qui, à l'œil nu, paraît souvent binaire; l'examen microscopique laisse presque toujours voir des lamelles hémitropes dans ces cristaux en apparence simple. A l'île de Groix, j'ai cependant observé des cristaux ne présentant ni macles macroscopiques, ni macles microscopiques : ils ne possèdent que les faces g^1 (010) et t (110) dans la zone prismatique.

Les macles du Roc Tourné sont très caractéristiques de l'albite des calcaires.

L'albite se présente aussi en masses lamellaires ou grenues.

Clivages. Clivages : p (001) parfait, g^1 (010) parfois moins facile, m (110) imparfait. Clivage ou plan de séparation suivant $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}1$) (G. Rose). Cassure inégale ou conchoïdale. Fragile.

Dureté. 6 à 6,5.

Densité. 2,62 à 2,63; 2,623 col du Bonhomme; 2,624 Modane, Moun caou; 2,625 Oisans; 2,628 Saint-Denis-la-Chevasse et Arnave.

Coloration et éclat. Incolore, blanche; par altération ou par inclu-

1. Les petites différences existant entre les nombres calculés ci-dessus et ceux fournis par M. des Cloizeaux (*op. cit.*, 317) tiennent à de légères corrections que mon savant maître a bien voulu me communiquer.

sions, grise, jaune, rouge, verte, noire. Poussière incolore. Transparente ou translucide.

Inclusions. Les cristaux d'albite des calcaires métamorphiques des Pyrénées ont souvent, en cristallisant, absorbé d'une façon inégale la matière colorante de ces derniers : ils sont parfois d'un beau noir au milieu de calcaire blanc. J'ai rencontré, dans les calcaires triasiques de Modane, des cristaux d'albite, partiellement colorés en noir par des aiguilles enchevêtrées de rutile. L'albite des druses renferme souvent des inclusions de ripidolite semblables à celles qui ont été décrites dans l'adulaire (Pyrénées, Alpes, Corse), de l'asbeste (Pyrénées), etc.

Propriétés optiques. La surface $S n_g$ perpendiculaire à la bissectrice aiguë *positive* tronque l'angle aigu pg^1 (001) (010) et fait avec p (001) un angle de 101° à 102°. L'angle d'extinction dans g^1 varie de + 20° à + 21° par rapport à la trace de g^1 (010).

Dans les sections perpendiculaires à la bissectrice aiguë, la dispersion ordinaire $\rho < v$ est forte d'un côté, faible de l'autre, avec *dispersion horizontale* très faible combinée à une forte *dispersion inclinée* (Dx. *B. S. M.* VI. 83. 1883). La chaleur ne modifie que légèrement l'écartement des axes optiques.

Les données suivantes ont été prises sur les gisements français :

	$p S n_g$	2H	2V	extinct. sur p	extinct. sur g^1	$S n_g$	$T n_p$	
Modane...........	101° à 102°	»	»	+ 3° à 4°	+ 18°34′ à 20°46′	»	»	Fq.
id.	101°30′	»	77°	+ 3°30′	+ 19°30′	19°30′	74°	Dx.
Dauphiné.........	105°	84° à 87°	»	+ 3°52′	+ 20°	»	»	Dx.
Chamonix........	99° ?	86° à 88°	»	»	»	»	»	Dx.
Le Bellière.......	»	»	»	+ 4°18′	+ 15°22′ à 40°	»	»	Fq.
Albepeyre........	»	»	79°	»	»	15°30′	77°	Dx.
Crique Boulanger..	»	»	»	»	»	»	»	
Revin............	»	»	»	+ 4°24′	+ 18°20′	»	»	Franck.

Les indices principaux de l'albite d'Arendal (Norwège) sont (Na) :

$$\mathbf{n}_g = 1{,}540 \text{ (M L et Lx)};$$
$$\mathbf{n}_m = 1{,}534;$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}532;$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}009. \text{ (mes. directe.)}$$

Composition chimique.

a) Composition correspondant à la formule $Na\,Al\,Si^3\,O^8$;

Analyses de l'albite : *b*) des druses du Dauphiné, par Brédif (*Procès-verbaux du laboratoire de l'École des Mines de Moûtiers* (Dufrénoy);

c) du glacier de Trelatête, par M. Brun (*Z. K.* VII. 389. 1882);

d) des pegmatites d'Albepierre, par M. Fouqué (*B. S. M.* XVII. 396. 1894);

e) de l'albite du calcaire du col du Bonhomme, par Marignac (*in* des Cloizeaux, *op. cit.*, I. 323);

f) de l'albite du calcaire du Roc Tourné, par M. Fouqué (*B. S. M.* XVII. 395. 1894).

	a)	*b*)	*c*)	*d*)	*e*)	*f*)
SiO^2	68,7	67,99	68,57	67,9	67,66	68,2
Al^2O^3	19,5	19,61	19,67	19,4	20,40	19,0
Na^2O	11,8	11,12	11,90	10,9	10,81	13,5
K^2O	»	»	»	0,3	0,61	»
CaO	»	0,66	»	2,4	»	»
MgO	»	»	»	»	0,07	»
	100,0	99,38	100,14	100,9	100,00	100,7
Densité	»	»	»	2,590 à 2,595	2,633	2,600

Essais pyrognostiques. Fusible au chalumeau en un verre incolore ou blanchâtre et colore la flamme en jaune. Inattaquable par les acides ordinaires.

Altérations. Comme l'orthose 1.

Diagnostic. Voir page 138.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'albite est un des feldspaths les plus abondants en cristaux nets. Elle est moins fréquente comme élément constitutif des roches, ou, plus exactement, on l'a rarement signalée dans de semblables conditions. Les progrès des études optiques et la connaissance plus approfondie des propriétés optiques des feldspaths conduira, selon toute vraisemblance, à la découverte de nombreux gisements nouveaux de ce minéral.

Je l'envisagerai successivement dans les conditions suivantes :

1° Dans les roches éruptives, comme élément normal ou secondaire[1];

2° Dans les schistes cristallins et les schistes métamorphiques, comme élément essentiel;

3° Dans les fissures de roches diverses (éruptives ou métamorphiques), comme produit secondaire formé par voie hydrothermale ;

4° Dans les filons métallifères ;

5° Dans les calcaires sédimentaires.

1° *Dans les roches éruptives, comme élément normal ou comme produit secondaire.*

a) *Dans les granulites et les pegmatites.*

L'albite est fréquente dans les granulites et les pegmatites, mais il n'est pas toujours aisé de savoir si elle y existe comme élément normal ou comme produit secondaire. C'est pourquoi je n'ai pu disjoindre ces

1. Voir à *analcime* pour les pseudomorphoses partielles de ce minéral en albite.

deux sortes d'origine. Dans beaucoup de granulites, et notamment dans les granulites stannifères, l'albite joue un rôle important comme élément normal ; elle est généralement aplatie suivant g^1 (010), et cet aplatissement, joint à l'orientation des cristaux, donne à la granulite, quand elle est pauvre en quartz, une sorte de structure phonolitique. Lorsqu'au contraire, il existe beaucoup de quartz, ce dernier joue, par rapport au feldspath, le rôle du pyroxène dans la structure ophitique. Les figures 2 et 3 de la page 63 du tome Ier montrent des lames minces de ces roches.

L'albite existe d'une façon presque constante en associations microperthitiques avec le microcline et l'orthose des pegmatites. Je ne signalerai pas de gisements de ce genre : il suffit de se reporter à tous ceux où ces minéraux ont été indiqués. Il est probable que dans beaucoup de ces derniers gisements l'albite est secondaire, car on la voit souvent gagner de proche en proche, épigénisant l'orthose ou le microcline et se terminant en cristaux distincts dans leurs fentes ou leurs cavités.

Les géodes que l'on rencontre dans les granulites et les pegmatites françaises contiennent quelquefois de l'albite en cristaux généralement peu nets et crêtés. Là encore on peut se demander si l'albite n'est pas secondaire, bien qu'en général elle paraisse être le résultat de fumerolles contemporaines de la formation de la roche et ayant déterminé la large cristallinité de tous ses minéraux.

Normandie. — *Calvados*. L'albite de La Bellière près Vire, étudiée par M. des Cloizeaux (*op. cit.*, 97), forme des cristaux imparfaits d'un blanc jaunâtre [m ($1\bar{1}0$), t (110), g^1 (010), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$)] ; ils sont implantés sur les gros cristaux d'orthose d'une pegmatite.

Orne. L'albite géométriquement orientée sur les cristaux d'orthose est fréquente dans les druses de la granulite des carrières de Pont-Percé en Condé-sur-Sarthe près Alençon. M. Gaubert m'a remis des cristaux de ce minéral atteignant 3 centimètres ; ils sont formés par les faces g^1 (010), p (001), $a^{3/4}$ ($\bar{4}03$) également développées avec de très petites faces prismatiques (fig. 1), plus rarement les faces m sont très développées (fig. 1 *bis*). Ces cristaux sont constitués par l'accolement suivant g^1 d'un grand nombre de macles de l'albite aplaties suivant g^1, ils passent à des groupements crêtés. De jolis cristaux d'albite d'un blanc de lait, parfois jaunes, aplatis suivant g^1 (010) et allongés suivant l'axe vertical, se rencontrent dans le même gisement (M. de la Durandière). Ils rappellent le type I de l'Oisans ; presque toujours maclés suivant les

lois de l'albite et de Carlsbad, ils sont riches en faces : m, t, g^1, g^2, ${}^2g$, a^1, $a^{1/2}$, $e^{1/2}$, $i^{1/2}$, $b^{1/2}$, $c^{1/2}$. Ils accompagnent le quartz enfumé, l'orthose (adulaire) et la muscovite en lames hexagonales.

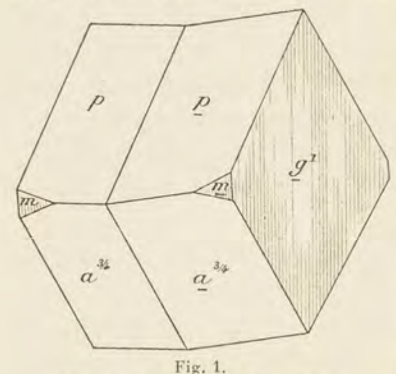


Fig. 1.
Albite de Pont-Percé et de la Vilate.

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. La granulite de Barbin et d'Orvault renferme de l'albite comme élément constitutif qui s'isole parfois dans les géodes en petits cristaux. Dans ce gisement se trouve une granulite blanche à grains fins, riche en grenats rouges. L'albite est aplatie suivant g^1 (010) et orientée.

Vendée. M. Wallerant m'a remis une belle albite laminaire d'un blanc nacré, qu'il a recueillie à Saint-Denis-la-Chevasse, dans un filon de pegmatite traversant les éclogites.

Plateau Central. — *Ardèche*. M. Gonnard m'a communiqué un échantillon d'albite en cristaux crêtés indistincts provenant d'un filon dans les schistes cristallins des environs de Saint-Félicien (fig. 1).

Haute-Vienne. L'albite est très abondante dans les pegmatites de la région de Chanteloube et de Saint-Yriex, où elle forme souvent des masses importantes entourant l'orthose ; elle y est recherchée pour l'industrie de la porcelaine ; elle sert plus particulièrement à la fabrication des boutons.

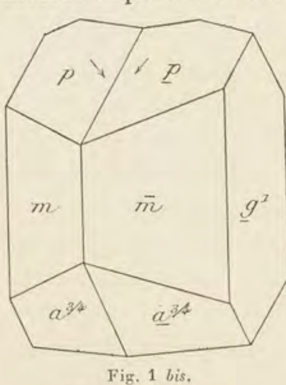


Fig. 1 *bis*.
Albite de Pont-Percé.

Elle se kaolinise à la façon de l'orthose.

Dans les pagmatites de La Vilate (voir page 81), M. des Cloizeaux a recueilli des cristaux d'albite d'un blanc jaunâtre constituant des groupes crêtés [p (001), g^1 (010), $a^{3/4}$ ($\bar{4}03$) (fig. 1)]. Ces cristaux atteignent plusieurs centimètres.

J'ai signalé (tome I, page 63, fig. 2 et 3) l'abondance de l'albite, comme produit primaire, des granulites à lépidolite, cassitérite et topaze de La Chèze près Ambazac. L'albite, aplatie suivant g^1 (010), est moulée par de la cassitérite, et la topaze par de l'orthose et enfin par de la lépidolite.

Creuse. Les granulites à cassitérite des mines de Montebras en Soumans contiennent de l'albite, comme élément normal.

Rhône. M. Gonnard a trouvé, dans la pegmatite des carrières d'Irigny près Lyon, un feldspath triclinique altéré en masses roses qui, d'après l'analyse suivante de M. Damour, est une albite : densité, 2,60.

$Si O^2$	67,26
$Al^2 O^3$	21,58
$Na^2 O$.......	9,51
$K^2 O$........	1,27
Ca O	0,88
	100,50

Alpes. — *Massif du mont Blanc*. — *Haute-Savoie*. L'albite se rencontre en petites plages blanches dans la granulite à béryl bleu de Charmoz (voir p. 20) ; elle a été étudiée par M. des Cloizeaux (*op. cit.*, 99) et paraît constituer un élément normal de cette roche.

Isère. Les granulites à albite abondent dans l'Oisans : les minéraux qui tapissent leurs fentes ont été étudiés à diverses reprises dans cet ouvrage : il en est de même de celles du glacier de la Meije près La Grave (*Hautes-Alpes*), voir page 149. M. Michel-Lévy m'a signalé un granite à amphibole, dont le feldspath est constitué par de l'albite d'un blanc de lait : il est riche en sphène et constitue un galet recueilli par M. Kilian au Ratz-Bernin.

Corse. — Les granulites à riebeckite de Corse (voir tome I, page 695) renferment parfois de l'albite associée à l'anorthose.

Guyane. — La même observation peut être faite au sujet de masses laminaires blanches d'albite provenant d'une pegmatite à biotite et microcline de la crique Boulanger (Dx., *op. cit.*, 118).

b) *Dans les microgranulites*.

Ardennes. — Le célèbre porphyroïde de la forge de Mairus près Deville (*Ardennes*) renferme, à côté de gros cristaux rosés de microcline et d'anorthose, des cristaux blancs plus petits d'albite ne dépassant guère 1^{cm} de plus grande dimension. Je n'en ai eu que peu à ma disposition, mais ils paraissent fort intéressants. Ils sont blancs et opaques à cause de la grande quantité de produits secondaires micacés qu'ils renferment. Ils se rapportent aux trois types suivants :

Type I. Cristaux simples aplatis suivant p (001) et allongés suivant

pg^1 (001) (010) ; les formes sont : p (001), m (1$\bar{1}$0), t (110), g^1 (010), $a^{1/2}$ ($\bar{2}$01).

Type II. *a*) Cristaux de la forme précédente, mais maclés suivant la loi de Carlsbad ; *b*) Cristaux présentant les mêmes formes, avec souvent en plus $e^{1/2}$ (0$\bar{2}$1), $i^{1/2}$ (021), $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}$1), $c^{1/2}$ (1$\bar{1}$1) et maclés suivant la loi de Carlsbad avec allongement suivant l'axe vertical (fig. 3, page 181). Ces cristaux ressemblent beaucoup plus par le développement à l'orthose qu'à l'albite.

Ce feldspath est depuis longtemps cité comme *andésine*. M. Klement en a donné (*Bull. Mus. hist. natur. Belgique*, V. 168. 1888) l'analyse suivante :

SiO^2.....	60,39
Al^2O^3....	22,42
CaO.....	5,39
Na^2O....	7,73
K^2O.....	0,52
Fe^2O^3....	2,24
MgO....	0,15
H^2O.....	1,24
	100,00

L'examen microscopique montre que ces cristaux sont criblés d'inclusions de calcite, de muscovite et d'épidote. On s'explique dès lors facilement que l'analyse en bloc de tels cristaux ne représente pas la composition du minéral lui-même.

L'étude des propriétés optiques de ces cristaux ne laisse aucun doute sur leur véritable nature.

M. Michel-Lévy m'a signalé l'existence de l'albite dans un autre porphyroïde de la vallée de la Meuse (gisement n° 7 de M. Gosselet à 800 mètres au nord de La Petite-Commune (*L'Ardenne*, p. 87. 1888). L'albite paraît abondante dans les roches similaires de l'Ardenne : elle se trouve aussi dans leurs fentes (voir page 157).

c) *Dans les syénites et les syénites néphéliniques.*

Les syénites, et particulièrement les syénites néphéliniques (Pouzac), renferment de l'albite seule ou associée à l'anorthose en microperthite. Aucun gisement français ne se recommande spécialement à cet égard. Cette albite est en partie d'origine secondaire.

d) *Dans les diabases, les gabbros, les kersantites.*

α) Comme élément normal.

Corse. — M. Nentien a bien voulu me communiquer des masses laminaires d'albite ayant plus de 5^{cm} de côté, qu'il a recueillies près du cap Corse, dans des filons minces (20 à 50^{cm} d'épaisseur), remarquablement réguliers, qui traversent la serpentine du Monte Grosso (près du sémaphore). D'après ce géologue, le feldspath est accompagné de diallage, de magnétite, de sphène, etc. : la roche est donc un gabbro albitique. Il faut voir sans doute dans cette curieuse roche l'équivalent des filons d'oligoclase-albite décrits plus loin, filons que j'ai observés dans de semblables conditions au milieu de la lherzolite du Tuc d'Ess (*Haute-Garonne*).

Alpes. — *Haute-Savoie.* M. Michel-Lévy a aussi trouvé de l'albite comme élément essentiel d'une sorte de kersantite très feldspathique du Farquet en Chablais.

β) Comme produit secondaire.

Alpes. — Corse. — L'albite n'est pas rare comme produit secondaire *microscopique* résultant de la saussuritisation des feldspaths tricliniques basiques (voir p. 46). C'est sous cette forme qu'on la rencontre abondamment dans les gabbros (euphotides) des Alpes et de la Corse.

Plateau Central. — *Aveyron.* L'albite et le grenat se trouvent aussi dans la norite d'Arvieu comme produit de transformation du labrador (voir tome I, page 557).

L'albite existe aussi parfois dans les roches basiques, comme produit secondaire *macroscopique* formé par altération sur place (*périmorphose*) des feldspaths que ces roches contiennent; à ce point de vue, je citerai le gisement suivant.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Je dois à l'obligeance de M. de Limur des cristaux nets d'albite formés dans la diabase amphibolique de la butte d'Ogeu. Dans les cavités miarolitiques de cette roche, on voit, sur le labrador ancien trouble, apparaître des cristaux limpides et transparents d'albite, géométriquement orientés sur lui. C'est un cas très net de groupement par périmorphose. Les petits cristaux d'albite présentent les formes communes avec les macles de Carlsbad fréquentes et aplatissement suivant g^1 (010).

C'est peut-être par une formation sur place qu'il y a lieu d'expliquer la production d'albite dans une ophite du col d'Ayré, dans la vallée d'Ossau, à moins que cette albite ne soit un produit drusique à reporter page 154. L'unique échantillon que j'aie examiné se trouve dans la collection du Muséum; il est formé par une masse miarolitique constituée par l'enchevêtrement de cristaux aplatis suivant g^1 (010). Je n'ai pas visité moi-même ce gisement.

e) *Dans les roches microlitiques.*

Bretagne. — *Mayenne*. M. Michel-Lévy a découvert des roches microlitiques à albite (*albitites*), en étudiant des échantillons d'une roche filonienne du Begon près Entramnes (*Mayenne*), que lui avait soumise M. Œhlert. Cette roche est noire, compacte, et ne montre à l'œil nu que des cristaux vitreux de feldspaths ayant quelques millimètres de longueur. Au microscope, on constate que l'albite existe en phénocristaux et en microlites, accompagnés par quelques microlites d'orthose et par des éponges de quartz : il existe, en outre, de la chlorite, de la magnétite, de l'oligiste, etc. (*C. R.* 1895).

Dans un filon voisin, les phénocristaux sont formés par une microperthite d'albite et d'anorthose.

Plateau Central. — *Saône-et-Loire*. J'ai indiqué page 5 l'abondance de l'albite comme produit secondaire formé aux dépens de la leucite et remplissant les cavités des leucotéphrites carbonifères des environs de Clermain.

2° *Dans les schistes cristallins et les schistes métamorphiques, comme élément essentiel.*

L'observation faite plus haut au sujet du granite peut s'appliquer aux schistes cristallins et aux schistes paléozoïques transformés par métamorphisme général. L'albite accompagne souvent l'orthose des gneiss à la façon de celle des granites; elle entre probablement dans la composition de beaucoup d'entre eux.

Dans les Alpes et en Corse, l'albite est notamment abondante, en grands cristaux globuleux, comme élément récent des schistes paléozoïques et peut-être même plus récents (schistes phylliteux du massif de La Vanoise (Termier, *B. C. F.* n° 20. 1891) et du point 1514 au N. du Bourget, près Modane, etc., et en Corse, schistes verts de Canari (cap Corse), etc.) [échantillons communiqués par M. Nentien]. Cette albite est très fraîche; elle est souvent non maclée ou maclée seulement

suivant la loi de Carlsbad. Elle est parfois extrêmement riche en fines aiguilles de rutile tout à fait analogues à celles qui seront signalées dans l'albite de Modane ; elle renferme souvent des inclusions charbonneuses, des inclusions liquides et gazeuses, de l'actinote, de l'épidote : elle est fréquemment moulée par des chlorites. Il est intéressant de remarquer que l'origine de cette albite est, dans beaucoup de cas, à rapprocher de celle qui a été citée plus haut dans les gabbros saussuritisés. Beaucoup des schistes dont il vient d'être question semblent être en effet des gabbros transformés et laminés.

3° *Dans les fissures de roches diverses (éruptives ou métamorphiques).*

Les cristaux de cette catégorie de gisements sont, en France, généralement fort beaux ; ils présentent des aspects très variés ; on y distingue tous les types établis plus haut, sauf la péricline et ceux qui présentent la macle du Roc Tourné. Les cristaux sont souvent accolés suivant un plan perpendiculaire à g^1 faisant partie de la zone verticale, de telle sorte qu'ils présentent quelque ressemblance avec cette dernière macle, mais il est aisé de s'assurer qu'il y a là un simple accolement sans retournement.

L'albite, dans ce genre de gisement, est souvent associée à l'*adulaire*, à l'*asbeste*, à l'*épidote*, au *quartz*, à la *calcite*, à l'*axinite*, à l'*anatase*, à la *brookite*, à la *turnerite*, etc ; elle est fréquemment pénétrée de *ripidolite*.

La région la plus typique à cet égard étant le Dauphiné, je l'étudierai tout d'abord pour éviter les répétitions.

Alpes. — *Isère.* L'albite est, en effet, très abondante dans le Dauphiné surtout aux environs du Bourg-d'Oisans. Ce sont ces gisements qui fournissent la plupart des échantillons d'albite renfermés dans les collections et indiqués comme provenant des Alpes.

Ils peuvent être divisés en deux catégories, d'après la nature des roches traversées par les fissures que tapissent les cristaux ; chacune d'elles renferme des minéraux spéciaux.

La première est constituée par tous les gisements énumérés, tome I, au sujet de l'axinite ; ils se trouvent sur la rive droite de la Romanche, à l'extrémité sud du massif des Grandes-Rousses, dans la zone de micaschistes (entre le Bourg-d'Oisans et La Balme d'Auris) et de schistes

précambriens granulitisés (entre La Balme d'Auris et Le Freney d'Oisans) qui supportent les assises liasiques d'Auris. Ils se trouvent aussi sur la rive gauche de la Romanche et au sud de cette rivière, entre le pont Saint-Guillerme et Le Freney. Les gisements les plus riches sont : le rocher d'Armentières, qui a fourni les beaux cristaux d'axinite représentés par la fig. 32 de la page 298 du tome Ier [l'albite de ce gisement en cristaux jaunâtres atteignant 2^cm ne se trouve guère que dans les vieilles collections], La Balme d'Auris, Le Freney (sur schiste amphibolique).

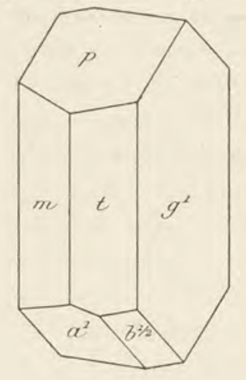


Fig. 2.
Albite de l'Oisans.
(Type I)

L'albite est fréquemment associée à l'axinite, à du quartz, de l'orthose, de l'épidote ; elle est assez souvent chloritée.

La seconde catégorie de gisements se trouve au sud de la première ; elle est limitée au nord par la Romanche, à l'ouest par la vallée du Vénéon.

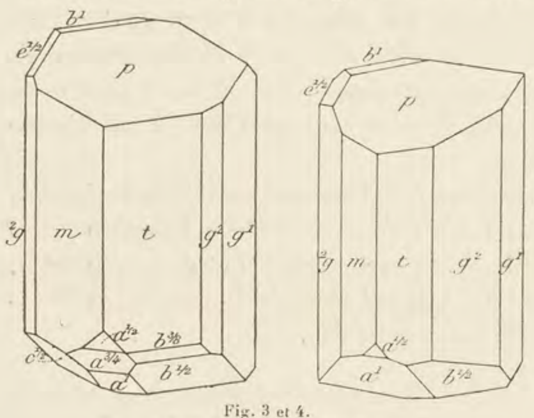


Fig. 3 et 4.
Albite de l'Oisans (Type I).

L'albite s'y rencontre, le plus souvent, dans les fentes d'une granulite à grains fins ; elle y est associée à du quartz, de l'adulaire, du sphène, de l'anatase, de l'ilménite (chrichtonite), plus rarement de la brookite et de la turnerite.

Les cristaux que j'ai eus entre les mains sont rarement chlorités, moins gros, mais plus limpides, que ceux des gisements de la précédente catégorie. Les gisements les plus riches se trouvent aux environs de Saint-Christophe-en-Oisans (à la montagne des Puys notamment).

Dans cette région, l'albite se trouve plus rarement dans les fissures des schistes amphiboliques (combe de La Selle), avec adulaire, prehnite, épidote, quartz, etc.

Les cristaux d'albite du Dauphiné présentent une grande variété d'aspect, bien qu'en réalité ils n'aient qu'un nombre limité de formes :

p (001), g^1 (010), m $(1\bar{1}0)$, t (110), ${}^2g$ $(1\bar{3}0)$, g^2 (130), a^1 $(\bar{1}01)$, $a^{3/4}$ $(\bar{4}03)$, $a^{1/2}$ $(\bar{2}01)$, $b^{3/8}$ $(\bar{4}\bar{4}3)$, b^1 $(\bar{1}\bar{1}2)$, $b^{1/2}$ $(\bar{1}\bar{1}1)$, $c^{1/2}$ $(1\bar{1}1)$. Dans la plupart des cristaux, la macle de l'albite est macroscopique, bien que l'on rencontre aussi des cristaux en apparence simples. Le plus grand nombre de ceux-ci cependant sont maclés suivant la loi de l'albite; mais l'un des individus de cette macle a, en quelque sorte, avorté, tandis que l'autre a pris un très large développement.

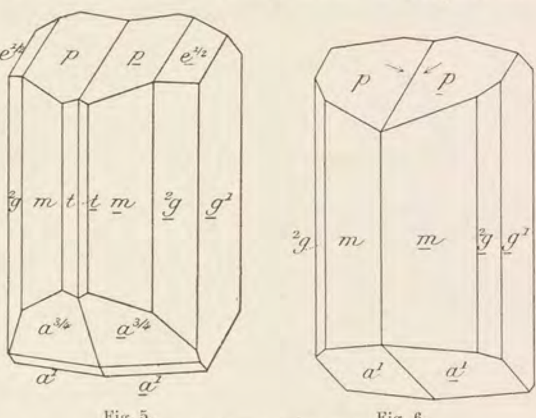


Fig. 5. Fig. 6.
Albite de l'Oisans. Macle de l'albite.

Les cristaux simples ou maclés présentent les variétés suivantes de développement.

Type I. Cristaux allongés suivant l'axe vertical (fig. 3 et 4) et le plus souvent aplatis parallèlement à g^1 (010) (fig. 2). Ils sont souvent maclés suivant les lois de l'albite (fig. 5 et 6) ou de Carlsbad (fig. 7). La coexistence de ces deux macles (fig. 8) est extrêmement fréquente dans les cristaux atteignant 1^cm^5, qui, dans la région de Saint-Christophe, accompagnent le quartz hyalin, les rhomboèdres p $(10\bar{1}1)$ de calcite, l'anatase, la brookite, etc. Les faces b^1 $(\bar{1}\bar{1}2)$ sont généralement petites, les faces $b^{1/2}$ $(\bar{1}\bar{1}1)$ larges. Les figures 2 à 8, empruntées à l'*Atlas der Krystallformen* de M. Schrauf, représentent les cas signalés par cet auteur. Dans les cristaux que j'ai étudiés, l'aplatissement est généralement plus marqué que dans ces figures, surtout quand les cristaux présentent les deux macles de Carlsbad et de l'albite. Les faces de la

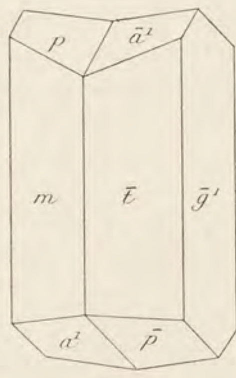


Fig. 7.
Albite de l'Oisans.
Macle de Carlsbad.

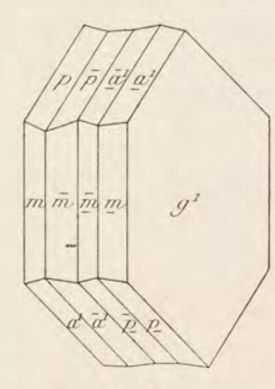


Fig. 8.
Albite de l'Oisans.
Macles de l'albite et de Carlsbad.

zone verticale sont très striées et ne donnent pas de mesures précises.

Type II. Cristaux allongés suivant l'arête $g^1 b^{1/2}$ (010) ($\bar{1}\bar{1}1$) et souvent aplatis suivant g^1. Ils ne diffèrent du type précédent que par la direction de l'allongement et le développement très grand des faces de la zone $p\, b^{1/2}$. Ces cristaux sont simples ou maclés suivant la loi de l'albite; les macles de Carlsbad y sont fréquentes (Armentières, Le Freney). La fig. 10 représente la forme de petits cristaux d'albite à face brillante, en partie chlorités, provenant d'Armentières; ils ne présentent que les faces p, g^1 et a^1 : ils sont intermédiaires entre le type II et le type III.

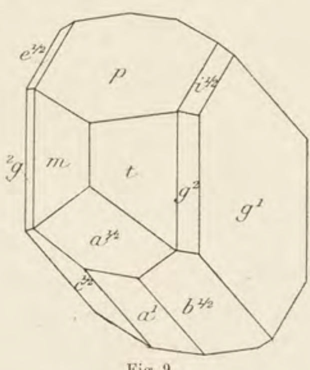


Fig. 9.
Albite de l'Oisans (Type II).

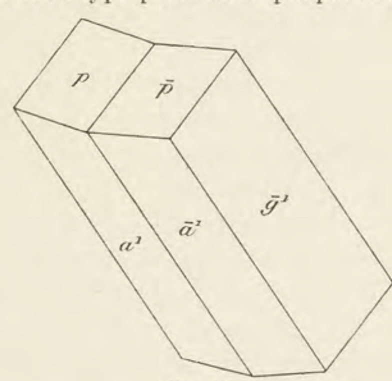


Fig. 10.
Albite du Freney (Type II, passage au type III).

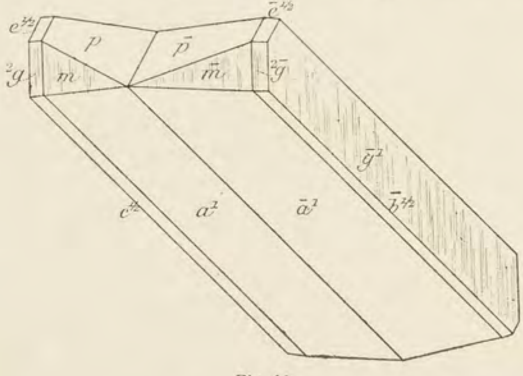


Fig. 11.
Albite de l'Oisans (Type III).

Type III. Les cristaux de ce type sont très aplatis suivant a^1 ($\bar{1}01$) et allongés suivant l'arête $g^1\, b^{1/2}$. Tandis que, dans les cristaux précédents, les faces $b^{1/2}$ étaient très larges et les faces a^1 ($\bar{1}01$) réduites ou absentes, dans les cristaux de ce type, au contraire, a^1 ($\bar{1}01$) est très développée et $b^{1/2}$ très réduite (fig. 11). Dans cette forme, qui est assez fréquente, les macles de Carlsbad sont fort rares.

Type IV. Cristaux aplatis suivant g^1 (010) avec p (001) et $b^{1/2}$ également développées; les cristaux observés sur g^1 ont la forme de

losanges aigus ; a^1 ($\bar{1}01$) est généralement réduite à une fine facette. J'ai cependant trouvé de gros cristaux chlorités ne présentant que les formes g^1 (100), p (001) et a^1 ($\bar{1}01$) : ils ne diffèrent de la fig. 10 que par un grand aplatissement suivant g^1 (100) et l'égalité de développement des faces p et a^1. Les cristaux du type IV, analogues au type de Schmirn, sont relativement rares dans l'Oisans : ils présentent presque toujours la macle de Carlsbad ; ils sont souvent formés par le groupement à axes parallèles de plusieurs individus (fig 12).

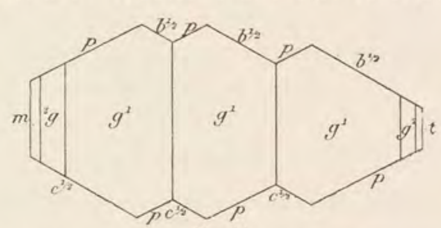


Fig. 12.
Cristaux d'albite accolés suivant le plan de la zone verticale perpendiculaire à g^1 (010) (Type II).

Dans un échantillon du Freney, j'ai observé une macle de Carlsbad ayant pour faces d'association, non pas g^1(010), mais une face de la zone verticale perpendiculaire à g^1 (fig. 13).

Ces différences de formes sont intéressantes, mais il n'est possible d'en tirer aucune conclusion, car elles coexistent souvent dans la même géode et on trouve entre elles de fréquents passages.

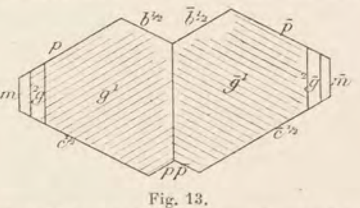


Fig. 13.
Macle de Carlsbad avec accolement suivant la face de la zone verticale perpendiculaire à g^1 (010) (Le Freney).

Hautes-Alpes. Le glacier de La Meije près de La Grave fournit, depuis quelque temps, des cristaux d'anatase, de brookite, de turnerite que j'ai récemment décrits (*C. R.* CXXII. 1429. 1896). Ils tapissent les fentes de filonnets d'albite qui traversent les schistes cristallins. Les cristaux d'albite sont petits, peu nets, et présentent les mêmes formes que ceux de l'Oisans (types I et II dominants). Les cristaux non maclés ne sont pas rares. Les nombreux échantillons que j'ai étudiés m'ont été communiqués par M. Laurent.

Les fentes des chloritoschistes de la cascade de Fréaux sont tapissées de très petits cristaux d'albite accompagnés de cristaux transparents d'anatase jaune d'or.

Haute-Savoie. — *Massif du mont Blanc*. On a vu plus haut, aux articles *axinite*, *épidote*, *prehnite*, etc., l'analogie que présentent les minéraux formés dans les druses de la protogine et des schistes cristallins du massif du mont Blanc et du Dauphiné ; elle se retrouve dans les cristaux d'albite. Ce minéral y est abondant, présente les mêmes

associations et les mêmes formes que dans le Dauphiné : ses cristaux sont fréquemment couverts et imprégnés de ripidolite.

On peut citer, comme plus particulièrement intéressants au point de vue de l'albite, les gisements suivants : le glacier de Trelatête (Brun : *Z. f. K.* VII. 389. 1882), les Courtes (dans protogine), l'aiguille de Miage (dans micaschistes granulitisés), le dôme du Goûter, etc.

Bretagne. — *Morbihan.* M. de Limur a signalé l'albite (*op. cit.*, 62) en petits cristaux nets dans les fentes des micaschistes de Belle-Isle-en-Mer.

Le même minéralogiste m'a donné un intéressant échantillon de ripidolite écailleuse recueilli dans les fentes des micaschistes de la pointe d'Enfer à l'île de Groix. Cette chlorite renferme des octaèdres de magnétite et des cristaux d'albite, sans aucune macle apparente ni microscopique, ayant environ 1^{cm} de plus grande dimension. Ils sont remarquables par leur forme dyssymétrique : ce sont, en effet, de petits parallélipipèdes à faces losangiques (fig. 14) uniquement constitués par g^1 (100), t (110), a^1 ($\bar{1}$01). Ces cristaux ont un éclat vitreux; ils sont fendillés et très fragiles, aussi, quand on veut les isoler de leur gangue chloriteuse, fait-on apparaître des clivages p (001) (fig. 15) qui permettent aisément de les orienter. Ces cristaux présentent une grande analogie avec ceux du même minéral provenant de Schneeberg (Tyrol) et décrits par M. J. Rumpf (*Tschermak, Mittheil.* 1874, 97). Les propriétés optiques sont celles de l'albite normale. Le même minéral se trouve dans les fentes des micaschistes de l'île de Groix en masses lamellaires ou en petits cristaux analogues à ceux de l'Oisans.

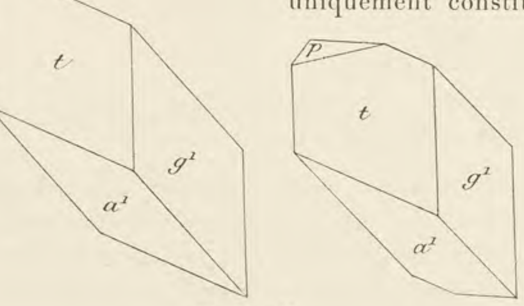


Fig. 14 et 15.
Albite de la pointe d'Enfer (Groix).

Pyrénées. — Dans les Pyrénées, l'albite est tout à fait identique comme formes à celle du Dauphiné; elle se présente généralement avec les mêmes associations.

Basses-Pyrénées. J'ai recueilli, dans les déblais du tunnel de Cambo (fissures du gneiss), de petits cristaux d'albite limpides du type I (fig. 2, 6, 8).

Hautes-Pyrénées. Les fentes des schistes paléozoïques métamorphisés par le granite de la Piquette déras lids ont fourni autrefois de magnifiques spécimens d'albite. Des échantillons de plusieurs décimètres carrés couverts de cristaux de ce feldspath en ont été extraits. Ils sont rarement incolores et limpides, le plus souvent ils sont d'un blanc laiteux, généralement serrés les uns contre les autres, et présentent souvent plus de 1^{cm} de plus grande dimension ; ils sont presque toujours associés à de l'asbeste, parfois à du quartz hyalin, de l'épidote, de l'axinite, de la calcite, etc.

Ils présentent les formes m $(1\bar{1}0)$, $t(110)$, g^1 (010), ${}^2g$ $(1\bar{3}0)$, g^2 (130), a^1 $(\bar{1}01)$, quelquefois $a^{1/2}$ $(\bar{2}01)$ très réduite, b^1 $(\bar{1}\bar{1}2)$ petite, $b^{1/2}$ $(\bar{1}\bar{1}1)$, $c^{1/2}$ $(1\bar{1}1)$, $e^{1/2}$ $(0\bar{2}1)$ et $i^{1/2}$ (021) petites. Ils sont aplatis suivant g^1 (010) et correspondent aux types I et IV du Dauphiné. Les types II (fig 16) et III existent aussi, mais ils sont moins abondants que dans les Alpes ; les macles suivant la loi de Carlsbad sont très fréquentes.

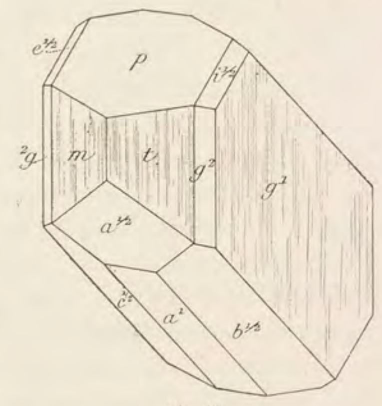


Fig. 16.
Albite de la Piquette déras lids (Type II).

La caractéristique des cristaux de ce gisement consiste dans les groupements à axes parallèles d'un grand nombre d'individus. Ils ont lieu par empilement (avec pénétration) suivant l'axe vertical ou l'axe a. Ils donnent naissance à des groupements crêtés parfois très confus et imprégnés d'asbeste. Souvent aussi, les cristaux portent sur leurs faces g^1 (010) des prolongements lamellaires, constitués par un grand nombre de petits cristaux très aplatis et orientés comme le cristal auquel ils servent d'enveloppe. Ces lamelles n'ont pas de faces nettes, mais, quand on les fait miroiter devant une vive lumière, on obtient des réflexions régulières correspondant aux faces principales du grand cristal central. Parfois la régularité est plus grande et l'on peut constater que les lamelles extérieures présentent des formes nettes p (001), m $(1\bar{1}0)$, a^1 $(\bar{1}01)$, et qu'elles sont constituées par de l'adulaire (fig. 50, page 111).

Des cristaux d'albite analogues à ceux qui viennent d'être décrits se trouvent dans les mêmes conditions aux pics de Montfaucon et d'Arbizon, ainsi qu'au quartier de montagne Lamassoye entre les pics d'Arbizon

et d'Espade (Charpentier, *op. cit.*, 272 [1]), dans les fentes des schistes métamorphisés par le granite, enfin dans les fentes des schistes granulitisés du massif du pic du Midi de Bigorre (région du lac Bleu).

Ariège. J'ai recueilli dans l'Ariège de jolis cristaux transparents d'albite du type I, mais avec allongement suivant l'axe vertical et aplatissement très prononcé parallèlement à g^1 (010). Ils se trouvent dans les fentes des schistes métamorphisés par le granite à la descente du port de Paillères vers Mijanès, sur le bord du chemin qui traverse le bois près du roc d'Encledous, si riche en gros cristaux de grenat (tome I, p. 224). Les échantillons d'albite se rencontrent dans les mêmes éboulis; ils sont quelquefois associés à de l'épidote. L'albite est plus rare avec les mêmes formes, au milieu des roches de contact du granite, au roc Blanc et au pic de Ginevra (sud-ouest de Quérigut).

Vosges. — [*Alsace*]. Delesse a signalé, dans les fentes du gabbro (euphotide) d'Odern, des cristaux d'albite associés à de l'axinite, de l'épidote, de la calcite, du quartz.

Corse. — L'albite, seule ou associée au quartz, forme de nombreux filonnets dans les schistes séricíteux et amphiboliques du N.-E. de la Corse. Ces filonnets, larges de quelques millimètres à 20^{cm} au plus, coupent les strates ou sont interstratifiés au milieu d'elles, suivant alors toutes leurs ondulations. Ils présentent parfois des géodes dans lesquelles s'observent des cristaux nets de quartz et d'albite, souvent couverts de ripidolite. Je dois ces renseignements à l'obligeance de M. Nentien, qui m'a également fourni des échantillons provenant des localités suivantes, particulièrement intéressantes à ce point de vue : mine de Lancone, gorges de Bevines près Bastia (filonnets à l'entrée du travers-banc principal) ; le minéral exploité est de la chalcopyrite imprégnant des schistes amphiboliques. Les cristaux de ce gisement atteignent 2 à 3^{cm} de longueur et forment de beaux échantillons de collection ; ils sont souvent accompagnés de cristaux d'épidote. L'albite existe aussi sur la route de Vivario à Vezzani, en filonnets dans les schistes amphiboliques, au sud de la mine d'Ersa (cap Corse), et en d'autres endroits du cap Corse.

Je dois à M. Antoine quelques bons cristaux d'albite qu'il a recueillis près du couvent des moines de Saint-Antoine à environ 600 mètres de la ville de Bastia. Ils sont implantés sur des masses laminaires blanches

1. Le même auteur signale aussi le pic d'Ise. (Voir la note de la page 231 du tome I.)

du même minéral. J'ai observé sur ces cristaux les types I, II et III de l'Oisans. Les formes représentées par les figures 2 et 4 se groupent souvent en grand nombre à axes parallèles. Il n'est pas rare de trouver des cristaux de la figure 2, maclés suivant la loi de l'albite, dans lesquels $b^{1/2}$ est très développée et p (001) réduite à de petites facettes. Au couvent Saint-Antoine, les fissures de la roche sont parfois remplies par de la ripidolite englobant des cristaux trapus d'albite maclés suivant la loi de l'albite et présentant les formes : p, m, g^1, g^2, ${}^2g$, a^1, etc., ou des cristaux aplatis suivant g^1 (010), allongés suivant l'axe vertical et maclés suivant la loi de Carlsbad. Ils atteignent 3 centimètres. Ces cristaux sont comparables comme genre de gisement à ceux de l'île de Groix cités plus haut.

Ardennes. — Les fentes du porphyroïde de Revin ont fourni des cristaux d'albite de 2 à 3^{mm}, simples ou maclés suivant les lois de l'albite et de Carlsbad : ils sont aplatis suivant g^1 (010) et ont les faces p (001) très développées avec en outre g^2 (130), ${}^2g$ (1$\bar{3}$0), m (1$\bar{1}$0), t (110), a^1 ($\bar{1}$01), $e^{1/2}$ (0$\bar{2}$1) ; $a^{1/2}$ ($\bar{2}$01), $a^{3/4}$ ($\bar{4}$03) et b^1 ($\bar{1}\bar{1}$2) sont moins développées (Franck., *Bull. Ac. Sc. Belg.* XXI. 603. 1891).

4° *Dans les filons métallifères.*

Ce genre de gisement se rattache d'une façon intime au suivant, car, comme lui, il est dû à des circulations thermales ; je l'ai étudié à part cependant, parce que l'albite y est associée à quelques minéraux spéciaux.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Je dois à l'obligeance de M. Braly d'intéressants échantillons recueillis dans le filon de blende qui, à Anglas près des Eaux-Bonnes, traverse les assises dévoniennes. L'exploitation est aujourd'hui interrompue.

L'un de ces échantillons renferme en grande quantité des cristaux blancs d'albite ayant environ 5^{mm} de plus grande dimension dans leur face d'aplatissement g^1 (010) ; ils ont la forme de lames losangiques (type IV de l'Oisans) p (001), g^1 (010), m (1$\bar{1}$0), t (110), g^2 (130), ${}^2g$ (1$\bar{3}$0), $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}$1), a^1 ($\bar{1}$01) ; ils sont maclés suivant les lois de l'albite et de Carlsbad et associés dans une géode à de gros cristaux de blende noire, à du quartz hyalin, de la chlorite, de l'harmotome, etc. Beaucoup de ces cristaux offrent sur g^1 (010) une gouttière semblable à celles de la fig. 12 (page 153). Ces cristaux sont à comparer, comme forme et mode de gisement, à la *zygadite* d'Andreasberg (Hartz).

Ariège. Durocher a signalé (*A. M.* VI. 82. 1844) des cristaux

d'albite accompagnés de calcite, sidérose, oligiste et pyrite, à l'entrée de la mine de fer de Rancié près Vicdessos. Je n'ai pu les retrouver.

Alpes. — *Savoie.* Les plus beaux cristaux d'albite qui aient été trouvés en France proviennent des mines de galène de Pesey près Moûtiers en Tarentaise. Le filon situé entre le trias et le permien n'est malheureusement plus exploité depuis de longues années. L'albite, en grands cristaux, est limpide et associée à du quartz hyalin, à des rhomboèdres de dolomie. Les cristaux de ce gisement offrent une grande analogie avec ceux de Schmirn. Ils ont la forme du type IV de l'Oisans, mais sont toujours un peu allongés suivant l'axe vertical; parfois l'arête $p\,b^{1/2}$ est plus longue que l'arête $p\,g^1$. Tous les cristaux que j'ai observés présentent la double macle de l'albite et de Carlsbad. Leurs formes sont p (001), g^1 (010), m $(1\bar{1}0)$, t (110), ${}^2g$ $(1\bar{3}0)$, g^2 (130), a^1 $(\bar{1}01)$, $e^{1/2}$ $(0\bar{2}1)$, $b^{1/2}$ $(\bar{1}\bar{1}1)$ et souvent $c^{1/2}$ $(1\bar{1}1)$, $i^{1/2}$ (021). Les groupements à axes parallèles sont très fréquents (fig. 12).

5° *Dans les roches sédimentaires et en particulier dans les calcaires.*

a) *Comme produit de métamorphisme formé au contact des diabases (ophites) et de la lherzolite.*

Bretagne — L'albite a été signalée à l'état microscopique dans les grès et schistes sédimentaires de contact des diabases (adinoles, spilosites) : elle est le plus souvent assez mal individualisée pour que l'analyse chimique soit nécessaire pour établir sa présence (roches siluriennes métamorphisées par les diabases du Menez-Hom, massif séparant la presqu'île de Crozon du reste du Finistère (Barrois : *B. C. F.* n° 7. 41. 1889)).

Pyrénées. — Dans les contacts des ophites et de la lherzolite pyrénéennes, au contraire, l'albite est parfaitement cristallisée, toujours en cristaux distincts, remarquables par la netteté et la constance de leur forme. Elle constitue l'un des minéraux caractéristiques de ces contacts, et particulièrement de ceux des ophites. Dans ces derniers, elle est souvent associée au dipyre, à la leuchtenbergite, au quartz. Ses cristaux dépassent rarement 1^{cm} 5 de plus grande dimension; plus rarement encore ils sont microsco-

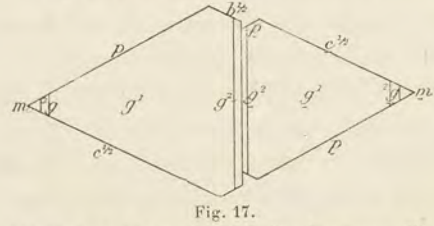


Fig. 17.

Silhouette de la face g^1 (010) de l'un des groupes d'individus de la macle de Carlsbad : il est formé par deux cristaux maclés entre eux suivant la loi du Roc Tourné (Pouzac).

piques : leur taille moyenne est de 5mm environ. Ils présentent toujours les mêmes formes; ils sont aplatis suivant g^1, avec les macles de l'albite, de Carlsbad et du Roc Tourné; ils correspondent au type II établi plus loin pour les cristaux de Modane; leur forme de losanges aigus d'environ 52° leur est donnée par la prédominance des faces p (001), $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}1$) et $c^{1/2}$ ($1\bar{1}1$) (fig. 17). La face g^1 (010) présente une gouttière fermée par les faces g^2, $\overline{g}^2$. Ces cristaux sont généralement incolores dans les calcaires blancs; ils fixent le pigment coloré dans les calcaires noirs; plus rarement, ils sont noirs dans des calcaires parfaitement blancs, dont ils ont absorbé toute la matière colorante originelle.

J'ai décrit en détail tous les gisements qui suivent, dans mon mémoire sur les phénomènes de contact de la lherzolite et des ophites (*B. C. F.* n° 42. 1895).

Basses-Pyrénées. Au pied du Moun caou, près des bains de Durrieu (hameau de Hourat en Louvie-Juzon), les calcaires sont devenus très cristallins et se chargent d'une quantité considérable de cristaux d'albite ayant de 2 à 5mm de plus grande dimension. Ce sont eux qui se trouvent dans les collections et qui ont été signalés par von Lasaulx (*Z. f. K.* V. 341. 1880) sous le nom d'albite du mont Cau ou du cirque du Pé de Hourat, d'après des échantillons recueillis par M. de Limur.

J'ai trouvé en place ce minéral au contact immédiat de la lherzolite dans le quartier d'Escambelé entre le petit sentier forestier et le ruisseau du Bazet, qui coule en contre-bas à quelques mètres du sentier. L'albite ne se développe que jusqu'à une trentaine de mètres de la lherzolite; elle se trouve dans un calcaire blanc, en cristaux tantôt blancs, tantôt d'un noir bleuâtre; dans un même bloc, les cristaux ont toujours la même couleur; ils sont associés à de la pyrite en cristaux très nets, à de la phlogopite, généralement incolore, et à de la leuchtenbergite, également incolore ou légèrement verdâtre.

Les cristaux sont distribuées d'une façon quelconque dans le calcaire; ils sont parfois extrêmement abondants. On les voit aussi former des couronnes concentriques à des nodules cristallins jaune rougeâtre qui, au microscope (fig. 18), se montrent exclusivement formés par de l'albite, de la phlogopite jaune rougeâtre et du sphène épigénisant de l'ilménite. Ces nodules sur leurs bords passent d'une façon insensible au calcaire; ils doivent être le résultat du métamorphisme de galets de composition différente du calcaire et originaire-

ment englobés par celui-ci. Les cristaux d'albite qui les constituent ne renferment aucune des inclusions charbonneuses qui abondent dans les cristaux d'albite de la couronne périphérique.

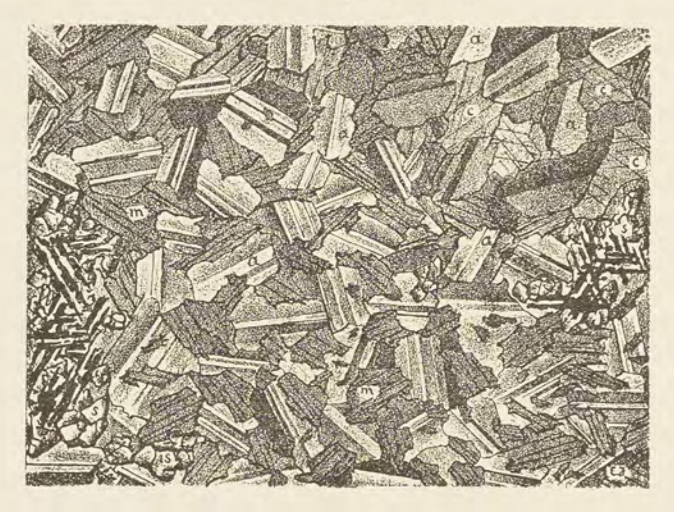


Fig. 18.
Lame mince d'un nodule à albite du calcaire du Moun caou. L'albite (*a*) est accompagnée de phlogopite (*m*) et d'ilménite se transformant en sphène (*s*).

J'ai recueilli un bloc de calcaire très cristallin ayant à son centre un fragment de calcaire compact blanc jaunâtre qui avait échappé au métamorphisme.

Ce gisement est celui des Pyrénées qui fournit en plus grande abondance les plus beaux cristaux d'albite des calcaires métamorphiques. Les cristaux apparaissent en relief sur les surfaces exposées à l'air.

M. des Cloizeaux a signalé (*op. cit.*, 324) l'albite dans des calcaires en contact avec l'ophite d'Asté-Béon (vallée d'Ossau). Le même minéral existe comme élément microscopique dans un calcaire situé dans les mêmes conditions à Castel, entre Asté-Béon et Louvie-Juzon.

L'albite se rencontre aussi dans les calcaires triasiques au contact de l'ophite du clocher de Bédous, dans ceux de la tranchée du chemin de fer qui précède le tunnel de Villefranque, sur la voie de Bayonne à Ossès (avec dipyre et quartz), dans les calcaires en contact avec l'ophite située sur le bord de la mer entre Biarritz et Caseville (avec dipyre et quartz) (Beaugey, *B. S. M.* XIII. 57. 1890). Elle est peu abondante dans les gypses à tourmaline de Lys.

Hautes-Pyrénées. J'ai décrit (*B. S. M.* XI. 70. 1888) les cristaux

d'albite trouvés par M. Frossard dans un bois de hêtres sur la route de La Serre de Pouzac à Bagnères : d'un blanc laiteux, ils ont un ou deux millimètres, sont engagés avec leuchtenbergite et quartz dans un calcaire jaune ; sur la route de Palomières, ils sont noirs et atteignent 4^{mm}.

Haute-Garonne. C'est à M. Gourdon que je dois la connaissance de cristaux blancs d'albite engagés dans un calcaire jaunâtre du cap de Mont (Saint-Béat). Le même minéral, en cristaux blancs, se trouve dans la carrière de Rié. Il constitue, avec apatite, fuchsite et fluorine, des masses vertes bordées de violet qui, par leur couleur, tranchent sur la blancheur du marbre. On y trouve aussi fréquemment, comme élément microscopique, du rutile, de la pyrite, du quartz. La coloration verte est due à la fuchsite, la violette à la fluorine, qui est l'élément formé le dernier et qui englobe tous les autres en cristaux nets, y compris la calcite. Dans les collections minéralogiques, les échantillons de cette roche sont indiqués sous les noms les plus fantaisistes.

Ariège. Des cristaux d'albite accompagnent le dipyre dans la vallée de Bethmale près de Bordes-sur-Lez (M. Gourdon). Enfin j'ai rencontré de gros cristaux du même minéral associés à du quartz et à de jolies rosettes de leuchtenbergite, dans un calcaire dolomitique des carrières d'Arnave. Ils sont généralement un peu jaunâtres.

Algérie. — *Alger.* L'albite en cristaux identiques à ceux des Pyrénées se trouve dans les gypses algériens associés à des ophites. Elle y accompagne la tourmaline, le dipyre, la phlogopite, le rutile, la pyrite. MM. Curie et Flamand l'ont signalée à Noisy-les-Bains (*Roch. érupt. d'Algérie.* 1889). Je l'ai observée avec leuchtenbergite, pyrite, quartz et tourmaline verte dans les résidus du traitement par les acides du calcaire de l'Arba (Oued-Djemmah) que m'a remis M. Delage. M. Gentil me l'a aussi signalée à Rovigo (vallée de l'Oued Hauach) et surtout à Letourneux, dans des calcaires en blocs au milieu du gypse. Les cristaux y atteignent 1^{cm}.

Oran. M. Gentil a trouvé, dans les calcaires jaunes de l'Oued Madar, de petites lamelles d'albite accompagnées de tourmaline et de quartz. (*B S. M.* XVIII. 25. 1896).

b) *En dehors de l'action de roches éruptives.*

Les cristaux formés dans les calcaires sédimentaires en dehors de

l'action des roches éruptives présentent les mêmes formes que ceux qui viennent d'être étudiés au contact des ophites et de la lherzolite. Je n'ai à les signaler que dans les Alpes. J'ai fait remarquer toutefois (*B. C. F.* n° 42. 1895) que pour quelques gisements alpins l'absence complète de liaison entre la production de l'albite et l'action sur les calcaires de roches éruptives a besoin d'une confirmation, car, aux environs de Modane et au mont Jovet en Tarentaise, il existe, au voisinage des calcaires à albite, des euphotides qui semblent leur être postérieures. N'ayant pas étudié sur place ces gisements, je me borne à poser la question, qui est intéressante[1].

Quoi qu'il en soit, il n'est pas douteux que, dans les Alpes comme dans les Pyrénées, l'albite de ces roches soit d'origine hydrothermale et que ce minéral ait pris naissance par les mêmes réactions chimiques. Ce fait, joint à la communauté du milieu calcaire dans lequel s'est effectuée la cristallisation, permet de comprendre l'identité des formes et des macles des cristaux d'albite de ces divers gisements.

Ils sont aplatis suivant g^1 (010) et présentent la macle du Roc Tourné. Suivant les gisements, ils correspondent au type I ou au type II établis page 165. Les deux types coexistent quelquefois dans la même localité.

En outre des gisements qui vont être décrits et qui fournissent des cristaux *macroscopiques* d'albite, Lory a fait voir que tous les calcaires triasiques des Alpes françaises renferment le même minéral comme élément *microscopique* (*B. S. G.* XV. 43. 1816). Il a notamment cité à ce point de vue le marbre triasique de l'Étroit de Siex, entre Moutiers et Anne en Tarentaise; il a fait voir en outre que la présence de ces cristaux n'était nullement liée à la cristallinité générale du trias alpin, car ils existent aux environs de Grenoble, dans les dolomies triasiques de Vizille, d'Allevard, dans l'infralias à *Avicula contorta* recouvrant le gypse des carrières de Champ près Vizille, dans les septarias oxfordiens à géodes de Meylan, dans le lias supérieur à Vilette en Tarentaise et enfin dans les calcaires nummulitiques de Montricher près Saint-

1. La même observation peut être faite au sujet d'un intéressant gisement signalé par M. Issel (*C. R.* CX. 420. 1890) aux environs de Rovegno, sur la Trebbia près Pavie ; des cristaux d'albite se sont formés dans des calcaires éocènes, alternant avec des roches vertes (serpentine, euphotide). Ils englobent parfois des foraminifères. J'ai pu en examiner des échantillons, grâce à l'obligeance de M. Issel ; ils sont semblables à ceux des Alpes.

Jean-de-Maurienne (*C. R.* CV. 99. 1887). Ce fait concorde avec les observations consignées page 108 au sujet de l'orthose.

Alpes. — *Massif du mont Blanc*. — *Haute-Savoie*. Des cristaux d'albite ont été, pour la première fois, signalés par A. Brongniart (*Tr. Minér*. I. 362. 1807), d'après Brochant de Villiers, dans un calcaire compact d'un blanc jaunâtre au Tovasset (col du Bonhomme), sur le chemin de Courmayeur. Les formes de ces cristaux ont été décrites par M. des Cloizeaux (*op. cit.*, I. 320), puis par G. Rose (*P. A.* CXXV. 457. 1865), ils présentent g^1 (010), m (1$\bar{1}$0), t (110), p (001), a^1 ($\bar{1}$01), $a^{3/4}$ ($\bar{4}$03), sont aplatis suivant g^1 (010) (fig. 19, d'après M. des Cloizeaux) et maclés suivant les lois de l'albite et du Roc Tourné (voir plus loin, type I) et parfois de Carlsbad ; les deux groupes d'individus de cette dernière macle ont en général une épaisseur et parfois des formes différentes. Je n'ai eu l'occasion d'étudier qu'un seul échantillon du calcaire du col du Bonhomme : les cristaux, dégagés par les acides, constituent de petites lamelles ayant environ $0^{mm}25$ de plus grande dimension dans g^1 ; ils présentent les formes p (001), g^1 (010), m (110), g^2 (130), ^2g (1$\bar{3}$0), a^1 ($\bar{1}$01), $a^{3/4}$ ($\bar{4}$03), $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}$1), $c^{1/2}$ ($\bar{1}$1$\bar{1}$) : tantôt p et $c^{1/2}$ sont également développées (type de la figure 18), tantôt les cristaux sont allongés suivant g^1 $c^{1/2}$. Les macles de Carlsbad ne sont pas rares.

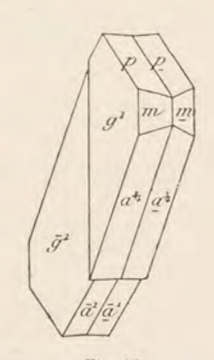


Fig. 19.
Albite du col du Bonhomme (Macle du Roc Tourné).

Savoie. Les gisements de Modane en Maurienne sont ceux qui, dans les Alpes, fournissent les plus gros cristaux d'albite. Ils ont été signalés par Brochant de Villiers (*J. M.* V. 234. 1808) et ont été depuis lors souvent étudiés [des Cloizeaux (*B. S. G.* XVIII. 804. 1861 ; *op. cit.*, I), Lory (*B. S. G.* XVIII. 732. 804, XXII. 54, notes 1864, XV. 43, 1886), G. Rose (*P. A.* CXXV. 457. 1865, etc.].

Les plus grands cristaux se trouvent dans le calcaire blanc ou gris du Roc Tourné, du rocher des Amoureux près du Bourget ; des cristaux plus petits, noirs, se rencontrent non loin de là dans les calcaires noirs de Villarodin, en relation avec le gypse. C'est ce dernier qui est à proximité d'un pointement d'euphotide auquel j'ai fait allusion plus haut. Des cristaux d'albite se rencontrent dans la vallée de l'Arc, en amont des gisements précédents, au delà du fort de l'Esseillon, mais en aval de Bramans.

J'ai eu l'occasion d'étudier plusieurs milliers de cristaux du Roc Tourné, provenant de la dissolution d'une centaine de kilogrammes de calcaire qu'a bien voulu me faire ramasser M. le C[el] Ply. Je n'y ai trouvé aucune face nouvelle, mais j'ai rencontré, dans les macles, de nombreuses particularités intéressantes à ajouter à celles qui ont été indiquées par M. des Cloizeaux et par G. Rose. Les fig. 20, 21, 25 à 29 sont empruntées au mémoire de ce dernier ; j'ai dessiné les autres d'après les cristaux que j'ai personnellement étudiés.

Tous les cristaux de Modane présentent au moins les doubles macles de l'albite et du Roc Tourné. On a vu, page 128, que la macle du Roc Tourné pouvait être considérée comme une double macle de l'albite : deux groupes de cristaux maclés suivant cette dernière loi étant maclés entre eux par rotation de 180° autour d'un axe normal à g^1 (010), avec pénération irrégulière

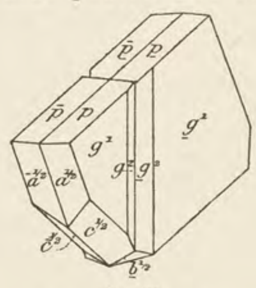


Fig. 20.
Macle du Roc Tourné, clivée suivant les faces *p*.

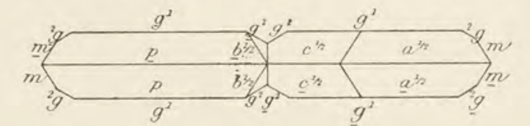


Fig. 21.
Projection sur un plan perpendiculaire à l'axe vertical de la macle du Roc Tourné.

et non accolement régulier comme dans la fig. théorique 21 ; tous les individus de la macle ont un même axe vertical ; les faces g^1 (010) sont sur le

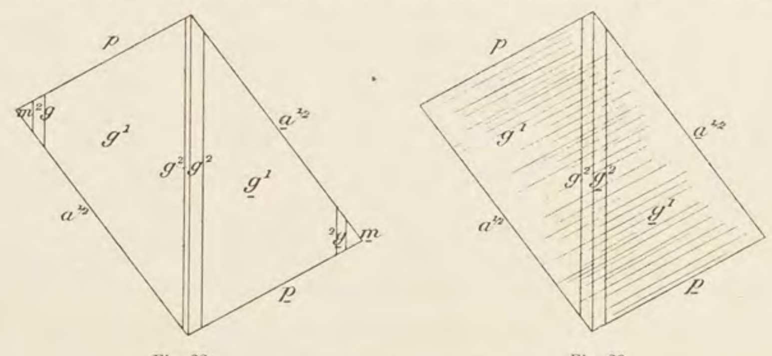


Fig. 22. Fig. 23.
Macle suivant la loi du Roc Tourné (type I), silhouette de g^1 (010) [1].

même plan ou parallèles entre elles ; sur g^1 (010), les traces de *p* (001) de

1. Afin de ne pas compliquer ces figures et les suivantes, on a indiqué seulement les contours de la face g^1, sans projeter sur le plan g^1 les faces $b^{1/2}$, $c^{1/2}$, *p*.

tous les individus sont parallèles. Quand on brise un cristal (fig. 20), on constate que les faces p et $\overline{p}$ font un angle rentrant ; les faces p et $\overline{p}$ un angle saillant ; les plans $\overline{p}$ et p, p et $\overline{p}$ ont respectivement la même orientation. La fig. 21 représente une projection sur un plan perpendiculaire à l'axe vertical de la fig. 20.

On observe dans les cristaux qui nous occupent les deux types suivants :

Type I. Les cristaux de ce type présentent toujours les faces g^1 (010), g^2 (130) [en gouttière sur g^1 (010)], p (001) et $a^{1/2}$ ($\overline{2}01$) ; ils ont la forme de petites lamelles parallélipipédiques (fig. 22 et 23) ; les faces m ($1\overline{1}0$), ${}^2g$ ($1\overline{3}0$) existent souvent, mais elles sont très petites. Les cristaux de ce type sont de petite taille ($0^{cm}3$ à $0^{cm}5$ dans g^1 (010)).

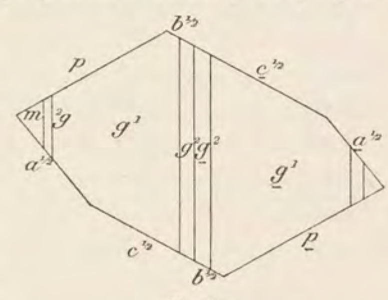


Fig. 24.
Macle suivant la loi du Roc Tourné, silhouette de g^1 (010). (Type I).

Parfois on voit apparaître les faces $c^{1/2}$ ($1\overline{1}1$) et $b^{1/2}$ ($\overline{1}\overline{1}1$) (fig. 24). Quand elles deviennent très développées, le cristal s'allonge suivant une arête g^1 $c^{1/2}$ (010) ($1\overline{1}1$) ; ces cristaux sont souvent plus gros et plus épais que les précédents : ils atteignent 1^{cm} dans g^1 (010).

Type II. Dans le type II, $a^{1/2}$ ($\overline{2}01$) est très réduite et même le plus souvent disparaît complètement. Les cristaux ont la forme de losanges allongés (fig. 31) ; ils présentent la particularité d'être toujours maclés

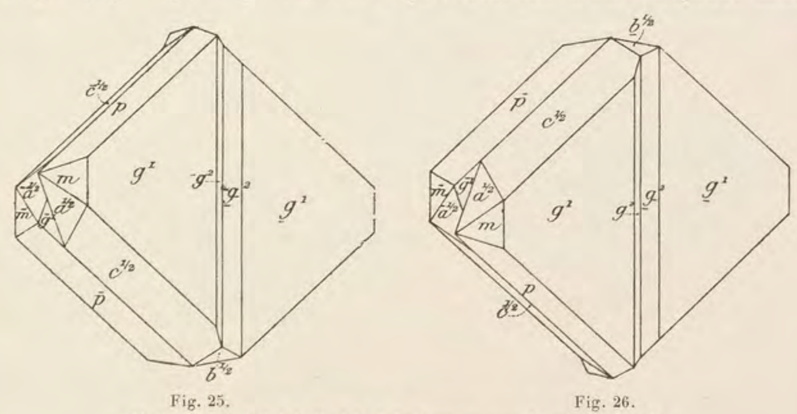


Fig. 25. Fig. 26.
Macle suivant la loi de Carlsbad de deux groupes de cristaux maclés, suivant la loi du Roc Tourné et de l'albite.

suivant la loi de Carlsbad en même temps que suivant celle de l'albite.

Les faces $c^{1/2}$ $(1\bar{1}1)$ sont très développées et autant que les faces p (001); les cristaux ont alors la forme de losanges presque réguliers (fig. 25 et 26). Les cristaux de ce genre sont ceux qui atteignent les plus grandes dimensions ; ils dépassent souvent 2^{cm} de longueur dans g^1 (010).

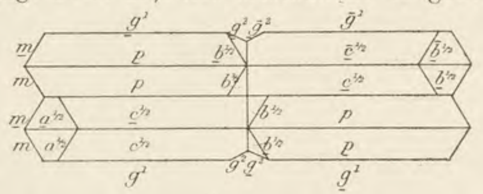


Fig. 27.
Projection sur un plan perpendiculaire à l'axe vertical d'une macle triple suivant la loi de l'albite du Roc Tourné et de Carlsbad.

G. Rose a fait remarquer que dans la macle de Carlsbad les deux individus contigus de la macle de l'albite sont généralement peu développés et qu'ils peuvent même disparaître complètement; ce sont alors les cristaux extérieurs qui déterminent l'aspect du groupement, et, quand les cristaux intérieurs ont complètement disparu, on observe la forme représentée par les fig. 28 et 29. On constate que la macle est bien une macle de Carlsbad en regardant le cristal par transparence à travers g^1, on voit alors le clivage p des deux individus se couper suivant un angle d'environ 128°. Dans ces macles, l'accolement de la macle de Carlsbad se fait, tantôt par la face g^1 (010) droite (fig. 26), tantôt par la face g^1 (010) gauche (fig. 25).

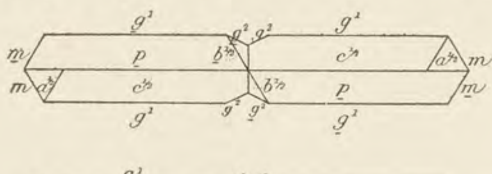


Fig. 28 et 29.
Mêmes figures que fig. 22, avec disposition de deux couples intérieurs de l'assemblage.

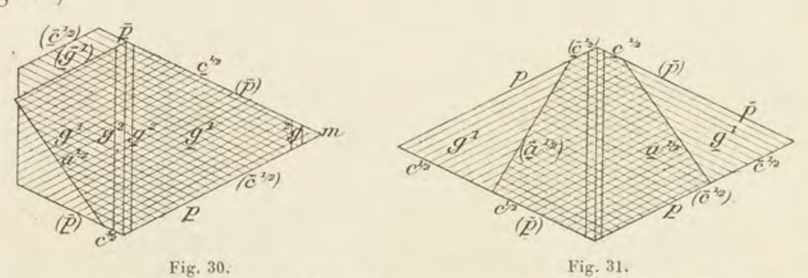


Fig. 30. Fig. 31.

Macle triple de l'albite du Roc Tourné et de Carlsbad ne présentant pas les mêmes formes dans les individus composants [silhouette de g^1 (010)]. Les notations entre ( ) correspondent au groupe inférieur de la macle de Carlsbad.

Tandis que, dans les calcaires des Pyrénées, les cristaux offrant les

macles triples présentent une grande régularité, ceux de Modane, au contraire, montrent de grandes variations, qui tiennent au développement inégal des faces m $(1\bar{1}0)$, ${}^2g$ $(1\bar{3}0)$, $b^{1/2}$ $(\bar{1}\bar{1}1)$, $c^{1/2}$ $(1\bar{1}1)$, à l'absence ou à la présence des faces $a^{1/2}$ $(\bar{2}01)$. Enfin les quatre paires de cristaux maclés suivant la loi de l'albite n'ont pas nécessairement les mêmes faces (fig. 30 et 31).

J'ai observé souvent des macles de ce genre formées par l'empilement, suivant l'axe vertical, de plusieurs de ces groupes, individuellement variés de forme (fig. 32) et donnant des assemblages en forme de dents de scie.

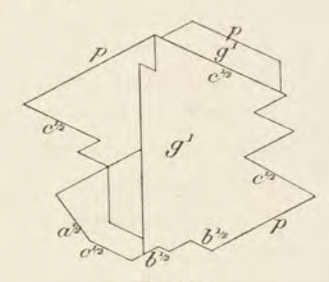


Fig. 32.
Empilement suivant l'axe vertical de cristaux d'albite présentant la triple macle. Silhouette g^1 (010).

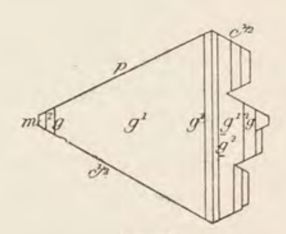


Fig. 33.
Macle à extrémités dissymétriques. Silhouette g^1 (010) [Groupe supérieur des individus de la macle de Carlsbad].

Dans d'autres cas, la partie antérieure du groupement est développée normalement et la partie postérieure atrophiée (fig. 33).

Macle, suivant la loi du Roc Tourné, d'une macle double (lois de l'albite et de Carlsbad) et d'une macle simple suivant la loi de l'albite. — Je n'ai trouvé que peu d'échantillons de ce curieux groupement; il diffère des groupements triples habituels en ce que la partie antérieure est constituée par une seule macle de l'albite ayant l'épaisseur du groupement de Carlsbad de l'extrémité postérieure. En général, cette macle de l'albite a la forme des macles simples, c'est-à-dire que $a^{1/2}$ y est très développée. Ces groupements ont un aspect dissymétrique représenté par la fig. 34.

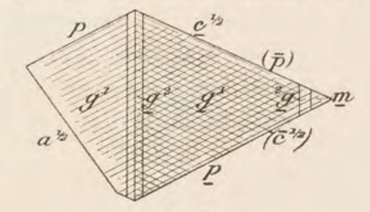


Fig. 34.
Macle suivant la loi du Roc Tourné d'une macle double (macle de l'albite et de Carlsbad) et d'une macle de l'albite.

Macle quadruple. — J'ai observé un seul cristal atteignant dans g^1 (010) 3^{cm} et dont la projection est représentée par la fig. 35.

C'est une macle triple avec disparition des individus centraux et qui à sa partie postérieure est composée par trois cristaux dont les deux extérieurs possèdent la même orientation. Le cristal supplémentaire p' est donc maclé avec le cristal p suivant la loi de Carlsbad, mais avec plan de pénétration perpendiculaire à g^1 (010). Ce groupement apparaît sur la face g^1 grâce aux clivages.

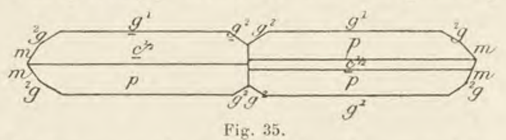


Fig. 35.

Projection sur un plan perpendiculaire à l'axe vertical d'une macle quadruple différant des macles représentées par les fig. 28 et 29 par l'adjonction d'un cinquième cristal maclé avec le cristal de gauche (en bas) suivant la loi de Carlsbad avec accolement suivant un plan perpendiculaire à g^1 (010).

G. Rose a signalé dans l'albite de Modane un clivage suivant $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}1$).

Les cristaux d'albite sont distribués dans le calcaire d'une façon quelconque; on les trouve parfois associés, dans des veines ou filons, à des rhomboèdres de dolomie, des cristaux de quartz hyalin dépourvus de faces prismatiques. Ils renferment souvent des inclusions de rutile, qui les colorent en noir. Dans le résidu du traitement du calcaire par un acide, j'ai trouvé des cristaux de rutile, de sphène, de pyrite.

Des filonnets de quartz ayant quelques centimètres d'épaisseur sont recouverts de cristaux d'albite à leur contact avec le calcaire. L'examen microscopique de ce quartz fait voir qu'il englobe des cristaux d'albite et qu'il est très riche en inclusions liquides à bulle mobile et à cristaux cubiques de sel gemme.

Dans des calcaires jaunes ou noirs du fort de l'Esseillon, j'ai observé de petits cristaux noirs d'albite offrant une forme différente de ceux qui viennent d'être décrits : ils sont très allongés suivant l'axe vertical, formés par les faces m ($1\bar{1}0$), t (100), p (001), a^1 ($\bar{1}01$), avec ou sans g^1 (010). Quand cette face manque ils ont l'aspect de l'adulaire.

M. Sella a signalé (*A. Lincei*, IV. 454. 1884) dans le gypse du glacier de Gébroulaz, près du chalet du Saut, des cristaux d'albite associés à de la *sellaïte*, de la *fluorine*, de l'*anhydrite*, du *soufre*, de la *dolomie*, du *quartz* et de la *célestine*. Ils sont rares, aplatis suivant g^1 (010) et présentent les macles de l'albite avec les formes : p (001), g^1 (010), t (110), m ($1\bar{1}0$), g^3 (120), g^2 (130), ${}^2g$ ($1\bar{3}0$), $g^{3/2}$ (150), a^1 ($\bar{1}01$), $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}1$), $c^{1/2}$ ($1\bar{1}1$).

Enfin A. Favre a observé dans les calcaires triasiques du mont Jovet à l'est de Moutiers en Tarentaise (*Recherches géol. sur la Savoie*, III. 230. 1867) des cristaux d'albite blancs dans les calcaires blancs, noirs dans les calcaires noirs. Il attribue leur formation à l'action des roches vertes (serpentines) voisines. C'est là le second gisement dont l'étude

devrait être reprise au sujet de la recherche de l'origine de l'albite.

OLIGOCLASES

OLIGOCLASE-ALBITE, OLIGOCLASE, OLIGOCLASE-ANDÉSINE

(Ab_{12} An_1 à Ab_3 n_1)

m = 7,7 à 25

Triclinique : $m\,t$ = 120°54' (*oligoclase v. Rath*).

$b : c : h$ = 1000 : 998,95 : 466,63. D = 844,86. d = 534,00.

angle plan de p = 115°23'
angle plan de m = 106°25'
angle plan de t = 101° 4'

$a : b : c$ = 0.63206 : 1 : 0.55239		
yz = 93°4'	zx = 116°22'	xy = 90°4'
X = 93°28'	Y = 116°25'	Z = 91°37'

Les mesures données par M. des Cloizeaux (*op. cit.*, I. 312) ont été prises sur l'oligoclase-andésine d'Arendal.

Formes observées et macles. Dans un seul gisement, j'ai observé des cristaux à forme de péricline : en général, ces feldspaths ne se rencontrent qu'en masses laminaires dans lesquelles l'examen microscopique montre les macles de l'albite, de Carlsbad, de la péricline.

Clivages. Clivage p (001) parfait, moins facile suivant g^1 (010), imparfait suivant m ($1\bar{1}0$), parfois (Penfield. *Z. K.* XXIII. 262. 1894) plans de séparation suivant ($b^1\,d^1/^3\,g^1$) ($\bar{1}\bar{2}1$) : l'angle $p\,x$ = 92°35' ; sur p, la trace de ce clivage fait avec la trace de g^1 un angle de 38°1'.

Dureté. 6.

Densité. 2,635 à 2.671 ; 2.635. ol.-albite du Tuc d'Ess.

Coloration et éclat. Incolore, blanc laiteux, rosée, rouge ou verdâtre (altération). Transparent ou translucide. Éclat vitreux, nacré sur p (001).

Inclusions. La pierre de soleil doit ses reflets à des inclusions lamellaires d'oligiste régulièrement orientées.

Propriétés optiques. Voir page 135. M. des Cloizeaux a observé une dispersion assez forte $\rho < v$ autour de n_g avec *dispersion tournante* notable d'un côté et faible de l'autre, combinée avec *dispersion inclinée* plus ou moins forte.

Les données suivantes ont été fournies par des oligoclases étudiées plus loin [1].

						Extinctions sur		
		Tng	Snp	2 H	2 V	p (001)	g^1(010)	Densité
Oligoclase-albite	Tuc d'Ess	6°	84°	»	voisin de 90°		8°30' à 11'	»
	Vallée de Lesponne	»	»	»	»	1° à 3°	5° à 7°	»
	Guyane	»	»	93°30	»	1° à 2°	5° à 7°	»
Oligoclase	Guyane	4 à 5°	88° à 89°	92°6' à 95°40'	»	1° à 2°	»	2,607 à 2,616
	Molompize	0°30' à 1°30'	2° à 86°	2 H^2O 97°10' à 100°20'	»	»	»	»
		Sng	Tnp					
Oligoclase-andésine	Alagnon	0° à 1°30'	70° à 72°	»	»	»		2,640 à 2,646
	Vidalenc	5° à 6°	77°	»	90° env.	»		2,638 à 2,643
	Oudon	»	»	94° env.	»	1° à 1°30'	5° à 7°	»

Compoition chimique. Voir page 130.

Analyse de l'oligoclase-andésine de la vallée d'Alagnon par M. Fouqué (*op. cit.*, 363).

SiO^2	62,4
Al^2O^3	22,8
CaO	7,0
Na^2O	8,4
K^2O	0,5
	101,1

Je donne comme documents les analyses suivantes faites par divers auteurs sur des oligoclases de gisements français, que je ne puis classer exactement en l'absence de propriétés optiques : ces analyses anciennes ont dû être faites sur des matériaux impurs, autant, du moins, que l'on peut en juger par l'examen des feldspaths de roches similaires provenant des mêmes régions.

Analyses : *a*) de l'oligoclase de l'Ariège, par Laurent (*in* Dx. *op. cit.*, 315);

b) de l'oligoclase bleu verdâtre de la protogine des Alpes, par Delesse (*B. S. G.* VI. 234. 1849) ;

c) De l'oligoclase de la kersantite de Vissembach, par Delesse (*B.S.G.*VII. 705. 1850) :

	a)	*b*)	*c*)
SiO^2	62,6	63,25	63,88
Al^2O^3	24,6	23,92	22,27
Fe^2O^3	0,1	»	0,51
Na^2O	8,9	6,88	6,66
K^2O	»	2,31	1,21
CaO	3,0	3,23	3,45
MgO	0,2	0,32	»
Perte	»	»	0,70
	99,4	99,91	98,68

1. Voir la note de la page 176.

Altérations. Les altérations sont les mêmes que celles de l'albite; la kaolinisation y est moins fréquente.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'*oligoclase-albite* et l'*oligoclase* paraissent être moins répandues que l'*oligoclase-andésine*, au moins dans les gisements passés en revue ici. Ces feldspaths se rencontrent :

1° Dans les roches éruptives;

2° Dans les schistes cristallins.

1° *Dans les roches éruptives.*

a) *Dans les roches granitiques.*

D'après des observations que M. Fouqué a bien voulu me communiquer, l'oligoclase-albite et l'oligoclase sont beaucoup moins abondantes dans les granites qu'on ne le suppose généralement; les feldspaths tricliniques dominants de ces roches sont surtout l'oligoclase-andésine et l'andésine-oligoclase.

L'oligoclase-albite a été trouvée notamment dans le granite d'Esquiers près Perz et de Saint-Exupéry (*Corrèze*), dans celui du Creach-Saint-André en Saint-Pol (*Finistère*); l'oligoclase, dans celui de Flamanville (*Manche*), de Huelgoat dans le *Finistère* (associée à l'albite).

Ces oligoclases manquent souvent dans le granite à amphibole, qui renferme des feldspaths plus basiques.

Dans les granites, les plagioclases sont rarement homogènes et les cas de feldspaths zonés sont presque la règle, l'orthose ou le microcline leur sont postérieurs.

Par contre, dans les granulites et les pegmatites, l'oligoclase est très fréquente, tantôt seule (Fleurie (*Rhône*) etc.), tantôt associée à l'oligoclase-albite, à l'oligoclase-andésine (Saint-Prix-sous-Beuvray (*Saône-et-Loire*), etc., Pont-du-Vernet (*Cantal*), etc.) ou à l'albite.

C'est dans les pegmatites que peuvent être recueillis des échantillons bien individualisés de ces feldspaths. Je signalerai spécialement à cet égard les gisements suivants, dont j'ai pu étudier des échantillons. C'est à cette catégorie qu'appartiennent notamment les feldspaths des pegmatites à pyroxène et sphène endomorphisés à leur contact avec les schistes cristallins basiques.

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. Les feldspaths des pegmatites tra-

versant les gneiss à dipyre de la carrière de l'Étang près Saint-Nazaire sont formés par de l'oligoclase ; ceux qui se trouvent dans les mêmes conditions dans les gneiss à dipyre de la carrière de Roiloup près Saint-Brevin et dans les éclogites de la Rouxière près Saint-Colombin, sont constitués par de l'oligoclase-albite.

Pyrénées. — L'oligoclase-albite paraît être le feldspath triclinique dominant des pegmatites à microcline bleuâtre si abondantes dans le massif du pic du Midi de Bigorre (lac Bleu, notamment), dans l'Ariège (particulièrement au sud d'Ax). Le feldspath étudié par M. des Cloizeaux (voir p. 170) et indiqué comme recueilli dans la vallée de Lesponne, provient d'une pegmatite probablement éboulée de la région du lac Bleu.

Plateau Central. — *Haute-Loire*. L'oligoclase-andésine accompagne l'andésine dans les granulites à cordiérite des tufs volcaniques du Velay.

Cantal. M. Fouqué a trouvé de l'oligoclase en masses blanches dans des filons de pegmatite traversant des gneiss amphiboliques de Molompize. Ce feldspath y est associé à de l'anorthose et de l'andésine.

L'oligoclase-andésine se trouve dans les mêmes conditions en masses blanches laminaires sur les bords de l'Alagnon (vallée de Blesle, à 2 kilomètres en amont de ce village, sur la route conduisant à Molève) : elle est associée à la hornblende.

Rhône. Les pegmatites à pyroxène de Duerne renferment de l'oligoclase-albite et de l'oligoclase laminaires.

Saône-et-Loire. Les oligoclases, et particulièrement l'oligoclase-andésine, accompagnent l'andésine en masses blanches ou d'un blanc rosé dans les filons de pegmatites traversant les gneiss basiques de l'Autunois, notamment à Marmagne.

Vosges. — [*Alsace*]. Il en est de même des feldspaths des pegmatites à pyroxène et sphène traversant les cipolins de la carrière Saint-Philippe à Sainte-Marie-aux-Mines.

Guyane. M. des Cloizeaux a étudié une oligoclase accompagnant le microcline dans une pegmatite de la Guyane.

b) *Dans les roches grenues non quartzifères.*

Les oligoclases de ce groupe existent dans certaines diorites, diabases, kersantites ; je n'ai pas de documents suffisamment précis

pour citer des gisements. Dans tous les cas, ces feldspaths n'y forment que de petites masses grenues ou aplaties suivant g^1 (010) dans les kersantites et les diabases ; l'oligoclase-andésine y est la plus abondante.

c) *Dans des filons traversant la lherzolite.*

Pyrénées. — *Haute-Garonne*. Au Tuc d'Ess en Coulédoux, j'ai observé au milieu de la lherzolite des filons de quelques mètres constitués par de l'oligoclase-albite blanche ou noirâtre en masses laminaires atteignant 20^{cm} de plus grande dimension. Ce feldspath, finement maclé suivant la loi de l'albite, est associé à de la hornblende et se transforme localement en dipyre ; ses fissures sont parfois tapissées de larges sphérolites de trémolite.

Les lames de clivage sont fréquemment courbes et l'examen microscopique montre des phénomènes de déformation mécanique (structure en ciment) des plus remarquables.

Ariège. J'ai retrouvé ce feldspath dans les mêmes conditions en filons dans la lherzolite serpentinisée de Serreing en Sentenac.

Ce genre de gisement est à comparer à celui qui a été signalé, page 147, dans la serpentine du cap Corse.

d) *Dans les roches microlitiques.*

Dans les roches volcaniques, l'oligoclase-albite et l'oligoclase ne se rencontrent que dans les types acides (trachytes et trachyandésites), soit en microlites, soit en grands cristaux. Il résulte du travail récent de M. Fouqué que ces feldspaths y sont rares (voir page 80). En tous cas, ils ne se rencontrent, dans aucun gisement français, en cristaux macroscopiques dignes d'être cités. L'oligoclase-andésine et l'andésine-oligoclase constituent les microlites de la plupart des andésites à hornblende et biotite du Cantal. Ces feldspaths existent aussi en microlites dans certains trachytes (orthophyres) et andésites (porphyrites) anciens.

2° *Dans les schistes cristallins.*

L'oligoclase-albite, l'oligoclase et l'oligoclase-andésine se trouvent dans les gneiss acides et dans les roches granitiques de composition analogue ; ces feldspaths y sont abondants ; ils se rencontrent dans les gneiss amphiboliques et pyroxéniques (quartzifères), mais je n'ai étudié spécialement que les échantillons des gisements suivants.

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. A la carrière de la Ménageraie,

près Saint-Viaud, se trouvent des gneiss amphiboliques, dont le feldspath est constitué par des cristaux un peu aplatis suivant g^1 ayant souvent des formes distinctes, p (001), m (1$\bar{1}$0), t (110), g^1 (010). Ils sont en grande partie constitués par de l'oligoclase souvent fortement translucide. Ils sont très fendillés, ce qui leur donne leur couleur blanc nacré ; les cristaux atteignent un centimètre de plus grande dimension. Ils sont associés à de la hornblende et parfois à des cristaux a^1 (111) de magnétite à clivages octaédriques faciles.

M. Baret m'a communiqué des masses laminaires blanches d'oligoclase-andésine provenant des gneiss amphiboliques d'Oudon et de la carrière de l'Andouillet près Frossay. Les oligoclases se rencontrent, comme élément microscopique grenu dans les gneiss à pyroxène quartzifères des environs de Saint-Nazaire et de Saint-Brévin.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* A la montée du lac Bleu (massif du pic du Midi de Bigorre), j'ai recueilli, dans les fentes de gneiss à pyroxène, quelques cristaux d'oligoclase-albite ayant 8 millimètres. Ils présentent la forme de la *péricline* (fig. 16, page 28), sont simples ou maclés suivant la loi de la péricline : ils offrent les formes p (001) $a^{3/4}$ ($\bar{4}$03), m (1$\bar{1}$0), t (110), g^1 (010), $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}$1), $c^{1/2}$ (1$\bar{1}$1). La macle de l'albite est microscopique.

ANDÉSINE

ANDÉSINE-OLIGOCLASE ET ANDÉSINE

Ab_2 An_1 à **Ab_4 An_3**

$m = 33,3$ à $42,9$

Triclinique : $mt = 120°40'$ (*andésine*, v. Rath.)

$b : c : h = 1000 : 1000,257 : 466,296$. $D = 844,08$. $d = 536,464$.

angle plan de p = 115° 7'
angle plan de m = 106°48'
angle plan de t = 100°55'

$$\left[\begin{array}{ccc} & a : b : c = 0,63556 : 1 : 0,55206 & \\ yz = 93°23' & zx = 116°29' & xy = 89°59' \\ X = 93°46' & Y = 116°32' & Z = 91°40' \end{array}\right]$$

Formes observées. p (001), m 1$\bar{1}$0), t (110), g^1 (010), ${}^2g$ ($\bar{1}$30), g^2 (130), $a^{1/2}$ ($\bar{2}$01), $e^{1/2}$ (0$\bar{2}$1), $i^{1/2}$ (021), $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}$1), $c^{1/2}$ (1$\bar{1}$1).

Macles. Macles de l'albite, de la péricline, de Baveno, de Carlsbad et de l'Esterel. Les macles de la péricline ne s'observent qu'à l'état microscopique.

Les cristaux décrits plus loin ne permettent que des mesures au goniomètre d'application.

	Angles calculés.		Angles calculés.		Angles calculés.
$m\,t$	120°40′	$p\,e^{1/2}$	137°12′	$p\,t$	114°33′
$^{*}m\,g^{1}$	118°25′	$^{*}p\,g^{1}$ gauche	86°14′	$^{*}p\,b^{1/2}$	122°16′
$t\,g^{1}$	120°56′	$p\,i^{1/2}$	133°29′	$g^{1}c^{1/2}$	118°26′
$h^{1}\,g^{1}$ gauche	88°20′	$e^{1/2}\,i^{1/2}$	90°41′	$^{*}b^{1/2}\,g^{1}$	114°40′
$p\,h^{1}$ ant.	116°32′	$^{*}p\,m$	111° 6′		
$p\,a^{1/2}$	98°16′	$p\,c^{1/2}$ adj.	125° 4′		

Faciès des cristaux. Les cristaux d'andésine ne se trouvent isolés que dans les gisements de l'Esterel ; ils ont souvent l'apparence de cristaux d'orthose, par suite de l'absence fréquente de la macle macroscopique suivant la loi de l'albite. Les cristaux simples se rapportent au type I [allongement suivant l'axe vertical (page 257)] ou au type II [allongement suivant l'arête $p\,g^1$ (001) (010), avec parfois aplatissement suivant p (001)]. Les macles de Carlsbad et de l'Esterel sont fréquentes. Ces cristaux, extraits d'une microgranulite à pyroxène, ont toujours des faces ternes par altération superficielle.

Clivages. Clivage p (001) parfait, g^1 (010) moins facile, parfois clivage t (110).

Dureté. 5 à 6.

Densité. 2,671 à (oligoclase-andésine), à 2,684 (andésine).

Coloration et éclat. Incolore, blanc souvent laiteux, jaune, plus rarement rose ou verdâtre. Éclat vitreux, nacré sur le clivage facile. Poussière blanche. Transparente ou translucide.

Propriétés optiques. Voir page 135. Dispersion autour de n, $\rho > v$, avec *dispersions horizontale* notable et *inclinée* faible (Dx.).

Nous avons mesuré, M. Michel-Lévy et moi, les indices suivants sur l'andésine de Roche-Sause (N_a)

$$\mathrm{n_g} = 1,556$$
$$\mathrm{n_m} = 1,553$$
$$\mathrm{n_p} = 1,549$$

Les données suivantes sont dues à M. Fouqué (*op. cit.*) ; celles qui ont été fournies par M. des Cloizeaux (*B. S. M.* VII. 313) sont suivies de la mention Dx.

	p Sn$_g$	Sn$_g$	Tn$_p$	2 H	2 V	Extinctions sur p (001)	g^1 (010)	Densité
Andésine-oligoclase[1]								
Alagnon	»	0° à 1°30'	70° à 72°	»	90° env.	»	»	2,640 à 2,645
Vidalenc	»	5° à 6°	77°	»	90° env.	»	»	2,638 à 2,643
Oudon	97°	»	»	94°12'	»	1° à 1°30'	5° à 7°	»
Andésine								
Rochesauve	»	5° à 12°	60°30'	»	»	»	»	»
Chenavari	»	id.	id.	»	»	2° à 3°	- 10°	2,658
Saint-Raphaël	117° (Dx)	7° à 9°	64° à 67°		89° 6	- 2° à 3° (Dx)	- 8° à 10°	2,662 à 2,685
Marmagne	105° à 108°	»	64° à 67°	»	87°	2°30' à 3° (Fq)	- 10° à 12° (Dx)	2,67
Francheville	110° à 112° (Dx)	6° à 9°	66° à 69°		79° à 88° (Dx)	- 2° à 3°	- 10° à 12° (Dx)	2,68
Molompize		9° à 10°	65° à 66°	»	»	»	»	2,67
Denise	108° à 112°	»	»	121° à 122°40'	»	- 1° à 3°30'	- 9°30' à 11°	»
Rocher Corneille	115° à 123°	»	»	96°6' à 106°	»	- 1° à 3°30'	- 8° à 10°30"	»

1. Les propriétés optiques de l'andésine-oligoclase et de l'oligoclase-andésine ne différant les unes des autres que par le *signe*, il est possible que quelques-uns des oligoclases-andésines du chapitre précédent soit à rapporter aux andésines-oligoclases ou réciproquement. Les densités données dans ce tableau ne fournissent aucune indication précise, les feldspaths étudiés étant tous plus ou moins piquetés de produits secondaires.

M. des Cloizeaux a trouvé, sur un feldspath des sables d'Espaly (*Haute-Loire*), des nombres aberrants qui ont peut-être été pris sur des fragments de feldspaths différents.

p S	2 V	extinction sur *p*	extinction sur g^1
111°30′ à 114°30′	68°58′	(?) — 1° à 2°30′	— 2° à 3°30′

Composition chimique. Voir page 130 pour la composition théorique.

Analyses de l'andésine : *a*) des tufs basaltiques de Rochesauve, par M. Damour (*B. S. M.* VI. 287. 1883);

b) des tufs basaltiques de Chenavari, par M. Fouqué (*op. cit.*);

c) de la microgranulite à amphibole (porphyre bleu) de Saint-Raphaël, par Ch. Sainte-Claire-Deville (*A. P. C.* XL. 285. 1854);

d) id. par M. Rammelsberg (*Handb. d. mineral. Chemie*, 1860, p. 608);

e) id. par vom Rath (*P. A. C.* XLIV. 245. 1871);

f) des gneiss de Francheville, par M. Damour (*B. S. M.* VII. 323. 1884);

g) de la pegmatite de Marmagne, par M. Damour (*in* Dx., *op. cit.*).

h) du porphyre brun du Rimbachthal (Alsace), par M. Osann (*Abh. geol. Specialkarte Elsass-Lothr.* III. Heft. 2. 1887).

	a)	*b*)	*c*)	*d*)	*e*)	*f*)	*g*)	*h*)
SiO^2	58,71	58,65	59,07	58,32	58,03	57,23	55,69	54,09
Al^2O^3	25,49	26,50	26,67	26,52	26,64	27,60	27,23	28,98
CaO	9,05	9,41	7,96	8,18	8,07	6,52	8,76	9,13
Na^2O	5,45	6,09	4,95	5,27	6,16	7,89	7,34	5,19
K^2O	0,78	0,37	traces	2,36	0,97	0,38	»	1,19
MgO	»	»	0,58	0,11	»	»	»	0,94
Perte au feu	»	»	0,77	0,60	»	0,90	1,06	»
	99,48	101,02	100,00	101,36	99,87	100,52	100,08	99,52
Densité	2,68	2,662 à 2,685	2,678	2,68	»	2,68	2,67	2,697

Les analyses suivantes ont dû être faites sur des feldspaths impurs.

Analyses : *a*) du plagioclase des diabases du Bourg-d'Oisans, par Lory (*in* Dx., *op. cit.*) ;

b) de l'andésine blanche du granite amphibolique de Servance, par Delesse (*A. M.* XIII. 673. 1848);

c) de l'andésine rouge du granite amphibolique de Corarvilliers, par Delesse (*A. M.* XIII. 673. 1848);

d) de l'andésine de la diorite de Faymont (val d'Ajol), par Delesse (*A. M.* XVI. 357. 1849);

	a)	b)	c)	d)
SiO^2......	59,9	58,92	58,91	59,38
Al^2O^3.....	25,1	25,05	24,59	25,57
CaO......	»	5,64	4,01	6,50
Na^2O......	7,4	7,20	7,59	7,30
K^2O......	1,2	2,06	2,54	
Fe^2O^3.....	3,7	»	0,99	
MgO......	0,7	0,41	0,47	
H^2O......	1,7	1,27	0,98	1,25
	99,7	99,55	100,00	100,00
Densité	»	2,683	2,651	»

Essais pyrognostiques. Fusible, sur les bords seulement, en écailles minces. Très difficilement attaquée par les acides.

Altérations. Comme oligoclase.

Diagnostic. (Voir page 135.)

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'andésine se rencontre dans un grand nombre de gisements.

1° Dans les roches granitiques;

2° Dans les roches porphyriques;

3° Dans les roches volcaniques non quartzifères et dans leurs tufs;

4° Dans les schistes cristallins.

1° *Dans les roches granitiques.*

a) *Dans le granite.*

Les andésines sont abondantes dans les granites; elles constituent les plagioclases basiques les plus fréquents des granites normaux; dans les granites amphiboliques, elles sont souvent, au contraire, associées à des feldspaths plus basiques. Les analyses de Delesse données plus haut se rapportent à des feldspaths des granites amphiboliques vosgiens.

b) *Dans les granulites et pegmatites.*

Les andésines se rencontrent dans un grand nombre de granulites et de pegmatites et, d'une façon toute particulière, dans celles de ces roches qui se trouvent en filons ou en lits dans les schistes cristallins basiques (amphibolites, gneiss amphiboliques et pyroxéniques). Elles y résultent d'une transformation endomorphique de la roche éruptive; le fait peut être facilement mis en évidence par l'étude comparative des filons de pegmatites qui dans une même localité traversent les gneiss acides et de ceux qui coupent les roches basiques intercalées au milieu des

premiers. La plupart des andésines étudiées par M. des Cloizeaux et par M. Fouqué proviennent des pegmatites dans lesquelles elles forment des masses laminaires de grande dimension. Je ne citerai ici que les gisements dont les échantillons ont été examinés optiquement, en appelant l'attention des minéralogistes sur l'intérêt qu'il y aurait à multiplier l'examen des feldspaths se rencontrant dans les conditions qui viennent d'être spécifiées.

Plateau Central. — *Haute-Loire*. L'andésine abonde dans les granulites avec ou sans cordiérite que l'on trouve en blocs plus ou moins fondus dans les tufs des environs du Puy (Denise, rochers Corneille et Saint-Michel, Cheyrac, etc.). Les grains d'andésine des sables d'Espaly ont cette même origine (Dx. : *B. S. M.* VII. 309. 1884). M. Jannettaz a analysé (*B. S. M.* V. 324. 1882) un feldspath de cette région qui semble être une enclave feldspathique en partie fondue.

Cantal. L'andésine se trouve à Molompize, dans des filons de pegmatite, coupant le gneiss amphibolique : elle forme des masses d'un blanc laiteux, avec anorthose, microcline, oligoclase, quartz et biotite.

Saône-et-Loire. C'est encore un gisement analogue qui a fourni à MM. Damour, des Cloizeaux et Fouqué les masses blanches d'andésine de Marmagne, dont l'analyse et les propriétés optiques ont été données plus haut; elles sont accompagnées d'oligoclase-andésine rosée.

c) *Dans les roches éruptives basiques.*

Les andésines sont les feldspaths constitutifs fréquents des kersantites, des diorites; elles sont plus rares dans les gabbros et norites. Elles s'y présentent en masses lamellaires sans formes géométriques. Dans les diabases (ophites des Pyrénées), elles sont souvent aplaties suivant g^1 (100).

d) *Dans les roches porphyriques.*

Les andésines se trouvent en grands cristaux dans beaucoup de roches quartzifères à deux temps de consolidation [microgranulites, rhyolites, (*porphyres*), etc.]. Il s'y présentent parfois avec des formes très nettes ; ils atteignent même plusieurs centimètres de longueur, mais ils sont toujours de taille plus petite que les cristaux d'orthose quand ces derniers existent en même temps. Ce sont ces gisements qui présentent les seuls cristaux nets d'andésine dont j'ai à m'occuper ici.

Vosges. — [*Alsace*]. J'ai donné plus haut l'analyse faite par M. Osann sur l'andésine du porphyre brun du Rimbachthal. Leur

angle d'extinction sur p (001) est de — 5° à 6°, sur g^1 (010) de — 19° à 20°.

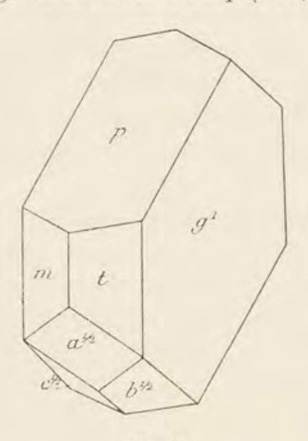


Fig. 1.
Andésine de Boulouris.

Esterel. — *Var.* La microgranulite à amphibole (porphyre bleu), située entre Saint-Raphaël et Agay (voir Michel-Lévy, *B. C. F.* 1896), renferme en grande quantité de l'andésine ; l'une des variétés de cette roche, provenant de Boulouris (Boulerie) (derrière le pensionnat) et des Petits-Caoux, en contient de grands cristaux dépassant parfois 2^{cm} ; ils ont en moyenne $1^{cm}5$. Quand la roche est altérée, il est possible de les extraire.

Souvent analysés (page 177) et étudiés optiquement, ils ont été notamment examinés à ce dernier point de vue par M. des Cloizeaux (*op. cit.*, I. 310 et *B. S. M.* VIII. 313. 1885) et par M. Fouqué (*op. cit.*). J'en ai étudié un grand nombre de cristaux isolés, que je dois à l'amitié de M. Segond.

Type I. Cristaux simples ou maclés suivant la loi de l'albite. Ces cristaux sont aplatis suivant g^1 (010), allongés suivant l'arête $p\,g^1$ (001) (010), suivant l'axe vertical ou suivant l'arête $p\ g^1$. Le plus souvent les seules faces existantes sont p (001), g^1 (010), $a^{1/2}$ ($\bar{2}$01), m (1$\bar{1}$0) et t (110) ; les cristaux offrent le type de la fig. 1. D'autres cristaux correspondent au type II (fig. 2 de la page 25) avec quelquefois aplatissement suivant p (001). Dans les cristaux du type de la fig. 1, les formes $c^{1/2}$ (1$\bar{1}\bar{1}$), $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}$1) peuvent prendre autant de développement que m et t, et être accompagnées de g^2 (130), et ${}^2g$ (1$\bar{3}$0). Beaucoup de ces cristaux ont l'apparence simple : les macles de l'albite n'y pouvant être décelées qu'au microscope.

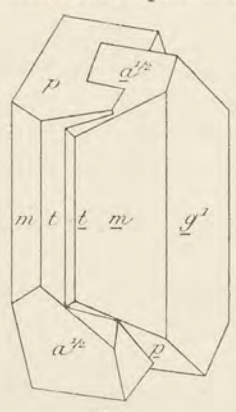


Fig. 2.
Andésine de Boulouris
(macle de Carlsbad).

Type II. Macle de Carlsbad. Ces macles présentent les deux aspects de celles de l'orthose ; les formes sont les mêmes que dans le type I, $c^{1/2}$ et $b^{1/2}$ sont absentes (fig. 2) ou réduites à de petites facettes, les faces $e^{1/2}$ (0$\bar{2}$1) et $i^{1/2}$

(021) sont rares et peu développées. Ces macles sont toujours allongées suivant l'axe vertical.

La face d'association de la macle de Carlsbad n'est pas toujours g^1 (010), mais parfois une face de la zone verticale perpendiculaire à g^1 (010). C'est là un cas analogue à celui que j'ai cité page 153, dans l'albite. Un groupement de ce genre peut se produire entre un cristal simple et une macle de Carlsbad ordinaire (fig. 3.)

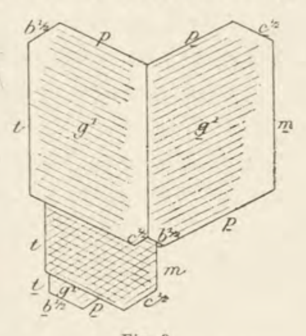


Fig. 3.
Macle de Carlsbad avec accolement suivant une face de la zone verticale perpendiculaire à g^1. (Silhouette de g^1.)

Type III. Macle de l'Esterel (fig. 6). Ces macles ont été décrites par M. des Cloizeaux (*op. cit.*, I. 310). Elles sont, en général, formées par des cristaux $m(1\bar{1}0)$, $t(110)$, p (001), g^1 (010) $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}1$), etc., maclés suivant la loi de l'albite et généralement aplatis suivant p ou g^1. Deux de ces cristaux se groupent entre eux par rotation de 180° autour de l'arête $p\,g^1$ avec p (001) pour face d'association. Ce groupement devrait produire un vide entre les faces p de deux des individus composants (fig. 4), mais l'un des individus se développe d'une façon exagérée, de façon à le combler (fig. 6). L'assemblage offre alors quatre faces m ($1\bar{1}0$) d'un côté, et quatre faces t (110) de l'autre, un angle rentrant entre deux de ses faces g^1, un angle saillant entre les deux autres, enfin les deux rentrants entre ses faces p (001) supérieures et inférieures. Le plus souvent, tandis que l'une des extrémités de la macle est terminée par les faces m, l'autre est formée par un pointement à quatre faces $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}1$), avec ou sans $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$) : les formes sont comparables aux figures 14 et 16 de la macle de Four la Brouque de l'orthose.

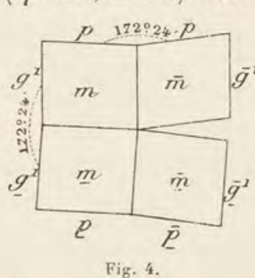


Fig. 4.
Projection sur un plan perpendiculaire à l'axe a d'une macle de l'Esterel (figure théorique).

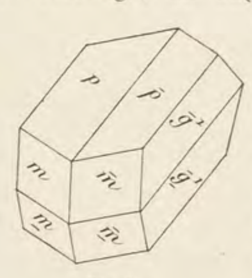


Fig. 5.
Andésine de Boulouris (macle de l'Esterel).

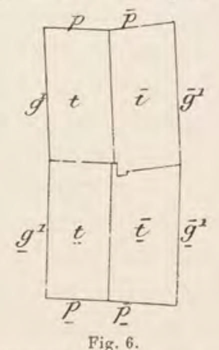


Fig. 6.
Projection sur un plan perpendiculaire à l'axe a d'une extrémité d'une macle de l'Esterel. L'angle rentrant de la fig. 4 a disparu.

Type IV. Macle de Baveno. J'ai observé un seul groupement cruciforme suivant cette loi, rappelant l'aspect des macles de l'harmotome.

Groupements complexes. — Les combinaisons de ces diverses macles sont assez nombreuses. J'ai observé notamment les suivantes, qui peuvent être comparées à celles de l'orthose de Four la Brouque.

α) Macle de Carlsbad et cristal simple. La macle de Carlsbad, allongée suivant l'axe vertical, repose sur un cristal simple de même épaisseur, allongé suivant l'arête pg^1. (Comparer à la figure 27 de la page 90.)

β) Macle de Carlsbad et macle de l'Esterel. Les relations mutuelles de ces deux macles sont les mêmes que dans la figure 24 de la page 89, dont le cristal simple serait remplacé par la macle de l'Esterel

γ) Macle de l'Esterel et cristal simple. *a*) Un cristal simple repose sur la macle de l'Esterel comme celui de la figure 10 de la page 79 repose sur une macle de Baveno. — *b*) La macle de l'Esterel englobe un cristal plus petit, maclé avec elle suivant la loi de Carlsbad.

e) *Dans les roches volcaniques.*

α) Comme élément constitutif.

Ces feldspaths sont ceux qui, dans les roches volcaniques françaises, présentent la plus large distribution (voir page 59). Dans celles du Plateau Central, l'andésine ne se trouve que comme élément accessoire des basaltes normaux, elle se rencontre en phénocristaux clairsemés dans les labradorites, les basaltes andésitiques et les andésites augitiques. Les microlites sont en partie constituées par de l'andésine-oligoclase, les grands cristaux macroscopiques par de l'andésine.

A ce propos, la roche doléritique de Beaulieu (*Bouches-du-Rhône*) mérite une mention spéciale : elle constitue une grande masse au milieu d'un basalte compact. Elle est, en partie, formée par des feldspaths aplatis suivant g^1 (010), se présentant parfois avec de petites facettes distinctes dans les nombreuses cavités de la roche, où ils accompagnent des lamelles d'ilménite, de l'augite. M. Fouqué a fait voir (*B. S. M.* XVII. 568. 1894) que ces feldspaths sont constitués par de l'andésine associée à un peu de labrador; ils sont très zonés et entourés par de l'anorthose (fig. 21, page 33). Tous ces feldspaths sont maclés suivant les lois de l'albite, de Carlsbad, de la péricline et parfois de Baveno.

La structure de cette roche à un seul temps de consolidation rappelle celle de certaines diabases anciennes.

Les andésines sont les plagioclases macroscopiques dominant des andésites à hornblende et à biotite du Cantal, bien qu'elles soient associées parfois aux types plus acides ou plus basiques; elles y forment des cristaux atteignant 1^{cm} : je n'ai pu en extraire aucun cristal distinct.

Je renvoie page 60 pour l'indication de quelques gisements.

Ces feldspaths se rencontrent avec les mêmes particularités dans les roches microlitiques antétertiaires : ils y présentent les mêmes altérations que dans les granites.

β) Dans les tufs volcaniques.

Plateau Central. — Les tufs basaltiques du Plateau Central contiennent dans quelques localités, et particulièrement dans le massif des Coirons (*Ardèche*) et dans la *Haute-Loire*, des fragments de feldspaths hyalins à angles arrondis, très variés au point de vue de leur composition (orthose, anorthose, andésine, labrador, bytownite, etc.).

On peut se demander quelle est leur origine. Sont-ils en relation avec le magma volcanique qui les a amenés au jour et sont-ce des enclaves homœogènes, ou bien, au contraire, ne sont-ils que des fragments arrachés de la cheminée volcanique (enclaves énallogènes)? La première hypothèse est probable pour les deux gisements suivants :

Ardèche. M. Damour a analysé des fragments transparents d'andésine provenant des basaltes de Rochesauve (*B. S. M.* VI. 287. 1883). Ce feldspath a été étudié par M. des Cloizeaux et par M. Fouqué; il est accompagné de labrador, de magnétite, de sphène jaune, d'augite, etc. Il se trouve aussi en enclaves dans le basalte de la même localité. M. Gaubert a trouvé, dans les mêmes conditions, au volcan de Chenavari, des fragments arrondis d'andésine, de labrador, de sanidine et d'anorthose. Dans ces deux gisements se trouvent des enclaves grenues de norite à grains fins. (Voir à hypersthène.)

2° *Dans les schistes cristallins.*

Les andésines sont associées à d'autres plagioclases dans les schistes cristallins, et leur présence dans ces roches peut donner lieu aux mêmes observations que dans le granite. C'est surtout dans les gneiss amphiboliques qu'elles sont abondantes. Elles y forment des masses laminaires sans formes géométriques. Je citerai comme exemple la localité sui-

vante, où l'andésine se rencontre en masses blanches très caractérisées.

Plateau Central. — *Rhône*. MM. Damour, des Cloizeaux et Fouqué ont étudié l'andésine du Pigeonnier de Francheville, provenant de gneiss amphibolique décrit par Fournet sous le nom d'oligoklasite (Drian, *op. cit.*, 289). Ce plagioclase y forme des masses laminaires blanches.

LABRADORS

LABRADOR ET LABRADOR-BYTOWNITE.

$Ab^1 An_1$ à $Ab_1 An_2$

$m = 50$ *à* $66,6$

Triclinique. $mt = 121°37'$ (labrador-bytownite.)

$b : c : h : 1000 : 986,392 : 454,783$. $D = 844,649$. $d = 522,725$.

angle plan de $p = 116°29'30''$;
angle plan de $m = 105°33'12''$;
angle plan de $t = 100°46'25''$.

$$\left[\begin{array}{l} a : b : c : = 0,61859 : 1 : 0,53845 \\ yz = 92°38' \quad zx = 115°32' \quad xy = 90°53' \\ X = 93°20' \quad Y = 115°34' \quad Z = 92°\ 4' \end{array}\right]$$

Formes observées. p (001), m (1$\bar{1}$0), t ($\bar{1}$10), g^1 (010), $a^{1/2}$ ($\bar{2}$01), $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}$1), $c^{1/2}$ (1$\bar{1}$1).

Macles. Macles de l'albite et de Carlsbad apparentes ; ces deux macles sont constantes dans les cristaux que j'ai eu l'occasion d'étudier. Macles de la péricline, de Baveno, microscopiques.

	Angles calculés		Angles calculés		Angles calculés
$m\,t$	121°37'	$p\,\bar{p}$ rentr.	173°20'	$b^{1/2}\,g^1$ gauche	114°44'
* $m\,g^1$ adj.	117°30'	$p\,m$ ant.	110°50'	$c^{1/2}\,g^1$ gauche	62°59'
$t\,\underline{g^1}$ adj.	120°53'	$p\,c^{1/2}$ adj.	125°28'	$m\,b^{1/2}$	80°52'
$m\,\bar{m}$	125° 0'	$p\,t$ ant.	113°34'	* $m\,a^{1/2}$ inf.	136°41'
$t\,\bar{t}$	118°14'	$p\,b^{1/2}$ adj.	122°42'		
$p\,a^{1/2}$ adj.	98°58'	* $a^{1/2}\,g^1$ gauche	90°20'	$t\,c^{1/2}$ sup.	84°12'
* $p\,g^1$ droit	93°20'	$a^{1/2}\,\bar{a}^{1/2}$ sort.	179°20'	$t\,a^{1/2}$ inf.	135°12'

Faciès des cristaux. Tous les cristaux de labrador qui seront décrits plus loin proviennent de roches volcaniques ; ils sont aplatis suivant g^1 (010), maclés suivant les lois de l'albite et de Carlsbad ; ils présentent

1. Ces paramètres sont ceux de Marignac-des Cloizeaux, avec des corrections que M. des Cloizeaux a bien voulu m'indiquer : ils diffèrent assez notablement

la forme de lamelles limitées par p (001), $b^{1/2}$ $(\bar{1}\bar{1}1)$ avec parfois $a^{1/2}$ $(\bar{2}01)$.

Le labrador se présente aussi en masses grenues ou laminaires.

Clivages. Clivages parfaits suivant p (001), faciles suivant g^1 (010), difficiles suivant m $(1\bar{1}0)$ et divers autres prismes. $g^{3/2}$ (150), ${}^{3/2}g$ $(1\bar{5}0)$, $g^{9/7}$ (180), ${}^{4/3}g$ $(1\bar{7}0)$ (plans de séparation ?).

Dureté. 5 à 6.

Densité. 2,694 à 2,716; 2,698 labrador-bytownite de La Besseyre (Fouqué).

Coloration et éclat. Blanc, gris noirâtre, gris violacé. Transparent ou translucide. Éclat vitreux, nacré sur le clivage p (001). Quelques variétés en masses laminaires présentent, dans g^1 (010), des reflets chatoyants parfois métalloïdes avec teinte jaune, rouge, verte.

Inclusions. Les labradors colorés et chatoyants renferment, en grande abondance, des inclusions lamellaires d'oligiste ou d'ilménite. On trouve aussi parfois des inclusions noires aciculaires rectilignes ou ondulées, courbes, etc., régulièrement orientées dans leur hôte (gabbros, norites, météorites). Les reflets du labrador sont liés à l'existence des inclusions régulièrement orientées suivant l'axe vertical et l'axe a.

Le labrador renferme fréquemment, en outre, des inclusions de grains extrêmement petits de divers minéraux plus anciens (augite, amphibole, magnétite, etc.), ainsi que des inclusions liquides.

Propriétés optiques. Voir page 133. Autour de n_g, dispersion $\rho > v$ avec *dispersion tournante* notable dans les deux systèmes d'anneaux et *dispersion inclinée* faible (Dx.).

Les données numériques suivantes ont été fournies par les cristaux des gisements étudiés plus loin.

		n_g	n_m	n_p	Sng	Tnp	2 V	Angle d'extinction sur p(001)	Angle d'extinction sur g^1(010)	Densité
Labrador	Chenavari	»	»	»	22°	62°	»	»	»	2,693 à 2,695
	Rochesauve	»	»	»	18 à 22°	68°	»	»	»	2,685
	Id. (Na)	1,5625	1,5578	1,5548	20°	59°	80°40′ à 82°25′	»	»	2,688
	Id. (Li)	1,5594	1,5546	1,5517	»		»	»	»	»
Labrador-bytownite	La Besseyre (Na)	»	1,5647	1,5617	31°	59°	76°10′	— 3°	— 18°	2,698

de ceux donnés, page 131, d'après M. Groth; ces derniers s'accordent mieux avec la théorie de la continuité et sont probablement plus exacts; je donne cependant ceux de Marignac, parce qu'il sont déduits de mesures effectuées sur des cristaux de composition connue. L'étude cristallographique de ce minéral est du reste à reprendre.

Composition chimique. Voir page 130.

Analyses : du labrador-bytownite *a*) des tufs labradoriques de La Besseyre, par M. Fouqué (*op. cit.*, 333) ;

b) du labrador des labradorites de la Guadeloupe par Ch. Sainte-Claire-Deville (*B. S. G.* VIII. 426. 1851);

c) de la norite d'Arvieu, par M. Pisani (*C. R.* LXXXVI. 1420. 1878);

d) du labrador altéré des labradorites de Belfahy, par Delesse (*A. M.* XII. 1847).

	a)	*b*)	c)	*d*)
SiO^2.........	54,5	54,25	52,90	52,89
Al^2O^3........	29,8	29,89	29,40	27,39
Fe^2O^3........	»	»	1,30	1,24
CaO.........	11,14	11,12	11,30	5,89
Na^2O........	4,5	3,63	4,28	5,24
K^2O.........	0,3	0,33	0,30	4,58
MgO.........	»	0,70	1,20	0,30 (MnO)
Perte	»	»	0,43	0,28
	100,5	99,92	101,11	99,86
Densité	2,698	»	2,72	2,714

Essais pyrognostiques. Fusible en un verre incolore. Très difficilement attaqué par une longue ébullition dans l'acide chlorhydrique chaud. Beaucoup de cristaux zonés s'attaquent partiellement, par suite de l'existence de bytownite ou d'anorthite.

Altérations. Les labradors présentent des altérations micacées (c'est le cas, notamment, des feldspaths appelés *vosgites* par Delesse) et la transformation en saussurite décrite page 46 (dans les gabbros); la dipyrisation y est fréquente dans les Pyrénées, etc. Les labradors des roches volcaniques se transforment en hydrargillite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les gisements des labradors sont moins nombreux et moins variés que ceux des feldspaths précédents.

J'aurai à l'étudier dans les conditions suivantes :

1° Dans les roches éruptives et dans leurs tufs ;

2° Dans les schistes cristallins.

Les labradors accompagnent accessoirement la bytownite et l'anorthite dans les météorites (eucrites), ainsi que dans les roches de contact du granite et de la lherzolite des Pyrénées, mais ils n'y jouent qu'un rôle secondaire et y sont toujours microscopiques.

1° *Dans les roches éruptives.*

a) *Dans les granites.*

Les labradors se rencontrent dans les granites à amphibole plus fréquemment qu'on ne le croit généralement ; ils s'y trouvent, soit en individus distincts, soit associés, dans des cristaux zonés, à des plagioclases plus acides ou plus basiques ou même à tous deux.

Les gisements les plus remarquables à citer à ce point de vue sont ceux du sud d'Ax (*Ariège*), de Vaugneray dans le *Rhône* (vaugnérite), de l'île de la Grande-Galitte (*Algérie*).

b) *Dans les roches grenues non quartzifères.*

Le véritable gisement des labradors est constitué par les roches grenues basiques ; dans les diorites, les diabases, les gabbros et norites grenus, ils forment de grandes plages sans formes géométriques distinctes, des masses laminaires de plusieurs centimètres de côté. Dans les diabases et les gabbros ophitiques, ces feldspaths ont la forme de lames aplaties suivant g^1 (010).

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. Le massif de gabbro ophitique du Pallet (*B. S. M.* XII. 238. 1889) renferme des roches à grands éléments dont on peut extraire de belles masses violacées de labrador et de labrador-bytownite (notamment à la carrière de Liveau).

Pyrénées. — Le labrador et le labrador-bytownite constituent les feldspaths dominants d'un grand nombre de diabases ophitiques (ophites) des Pyrénées ; ce sont ces feldspaths qui sont fréquemment dipyrisés (voir page 45). Ils y forment des cristaux aplatis suivant g^1 (010) ; il est fort difficile d'en extraire des lames atteignant 1^{cm}.

Les mêmes feldspaths se rencontrent aux environs de Saint-Béat dans des diabases à hornblende brune : ils y sont souvent dipyrisés. Il en est de même pour les roches analogues que j'ai trouvées au port de Saleix (*Ariège*) ; ces feldspaths sont souvent cerclés d'andésine.

Le labrador-bytownite, plus rarement le labrador, sont associés à la bytownite dans les belles diorites à gros grains du sud d'Ax (voir à *bytownite*).

Plateau Central. — *Aveyron*. La norite à grands éléments d'Arvieu renferme un labrador-bytownite en petites masses lamellaires d'un blanc laiteux à éclat nacré, dont l'analyse a été donnée en *c*). Il pré-

sente de fréquentes altérations et il est en partie transformé en grenat, albite, actinote (voir à *anthophyllite*, tome I, page 639).

Alpes et **Corse**. — C'est au labrador et au labrador-bytownite qu'il faut rapporter le feldspath de beaucoup de gabbros et de norites à grands éléments des Alpes et de Corse (Casaluna, cap Corse, etc.). Ces feldspaths sont fréquemment saussuritisés, et, dans beaucoup de localités, surtout dans les Alpes, leur transformation est complète.

Nouvelle-Calédonie. — Ces deux feldspaths se trouvent aussi dans les gabbros et norites à grands éléments, en filons dans les serpentines de la Nouvelle-Calédonie.

c) *Dans les roches microlitiques*.

Les labradors n'existent qu'en petite quantité parmi les grands cristaux des roches volcaniques acides (trachytes de la chaîne des Puys et du mont Dore); leur véritable gisement se trouve dans les roches volcaniques plus basiques qui vont être passées en revue par ordre d'importance à ce point de vue.

Le labrador et le labrador-bytownite constituent les feldspaths essentiels et caractéristiques des basaltes du Plateau Central, où les basaltes andésitiques sont rares. Suivant les localités, c'est l'un ou l'autre de ces feldspaths qui domine (voir page 58). Quelques gisements méritent à cet égard une mention spéciale : ce sont ceux dans lesquels le feldspath est distinct à l'œil nu.

a) Basaltes doléritiques — Sous ce nom, M. Fouqué a décrit (*B. S. M.* XVII. 430. 1894) des basaltes (*dolérites* des anciens auteurs français) caractérisés par l'existence d'un seul temps de cristallisation. Les feldspaths, très abondants, sont aplatis suivant g^1 (010) et enchevêtrés comme dans les diabases, englobant du pyroxène, de l'olivine, de la magnétite et de l'ilménite ; la matière vitreuse est rare ou absente.

Ces roches sont miarolitiques, et dans leurs cavités se présentent parfois des cristaux feldspathiques distincts offrant toujours l'aspect de lamelles aplaties suivant g^1 (010) avec les formes g^1 (010), p (001), a^1 ($\bar{1}01$), $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}1$), $c^{1/2}$ ($1\bar{1}1$) et quelquefois m ($1\bar{1}0$), t (110), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$). Ces lamelles, extrêmement minces, sont maclées suivant la loi de l'albite et souvent aussi suivant celle de Carlsbad.

Les principaux gisements à citer sont :

Plateau Central. — *Cantal*. Bouzentès près Saint-Flour, Seriers, Bescheval, Espinasse, Cussagol.

Puy-de-Dôme. Battu, environs d'Ardes.

Madagascar. — Dans les basaltes doléritiques de Diego Suarez, j'ai observé des cristaux nets de labrador possédant la forme indiquée plus haut. Dans un échantillon recueilli par M. Gautier à Marondava, le plagioclase en grands cristaux est le labrador-bytownite.

La Réunion. — Il en est de même pour les basaltes doléritiques de la rivière Saint-Étienne à la Réunion, d'où j'ai extrait de petites lames de labrador-bytownite de $0^{mm}5$ se prêtant bien à l'étude optique sur g^1 (010).

b) Basaltes à feldspaths. — Ces basaltes diffèrent des basaltes normaux en ce qu'ils renferment dans une pâte microlitique une grande quantité de phénocristaux de plagioclases pouvant atteindre 4^{mm} de diamètre. Les plus beaux types que l'on puisse citer à ce point de vue sont ceux du basalte du Mont Dore appelé « basalte demi-deuil » par Lecoq et décrit par M. Michel-Lévy sous le nom de « basalte semi-ophitique » (*B. S. G.* XVIII. 829. 1890). Dans une pâte brune ou noire se détachent de gros cristaux d'augite aplatis suivant h^1 (100), des lames blanches de plagioclases aplaties suivant g^1 (010) possèdent les faces p (001), $b^{1/2}$ ($\bar{1}\bar{1}1$), $c^{1/2}$ ($1\bar{1}1$) et quelquefois $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$). Ces cristaux sont souvent orientés, et les blocs de la roche montrent dans certaines directions non plus des lamelles, mais de fines baguettes striées qui sont constituées par les cassures transversales des premières. L'examen des propriétés optiques a montré à M. Michel-Lévy et à M. Fouqué (*op. cit.*) que la plus grande partie de ces feldspaths est constituée par du labrador avec (en petite quantité) des types plus acides et des types plus basiques (labrador-bytownite et bytownite). Ils sont maclés suivant les lois de l'albite et de Carlsbad. Ils sont associés ophitiquement avec des cristaux distincts d'augite et englobés dans un magma microlitique.

La Banne d'Ordenche, la Croix-Morand, Mareuge sont les localités à citer pour ce basalte curieux, dont les cristaux feldspathiques sont surtout très apparents sur les surfaces exposées à l'air.

Madagascar. — Des basaltes à grands cristaux de labrador se trouvent aussi à Madagascar.

Antilles. — Des basaltes et labradorites à hypersthène, riches en

grands cristaux de labrador et de labrador-bytownite, associés parfois à des plagioclases plus basiques, se trouvent en abondance à la Guadeloupe et à la Martinique. (Voir l'analyse *b*.)

c) Basaltes normaux. — Dans la plupart des basaltes d'Auvergne, la forme des microlites n'est pas facile à distinguer, à cause de la trop grande cristallinité de la roche dans laquelle les microlites sont pressés les uns contre les autres et de plus gênés dans leur développement par les autres éléments : augite, magnétite, etc. Il n'en est plus de même dans quelques basaltes très vitreux qui se sont refroidis brusquement après la production de gros microlites feldspathiques. Ceux-ci sont mis en liberté par la décomposition, à l'air libre, de la matière vitreuse qui les englobe ; ils apparaissent alors sous forme de petites paillettes jaunâtres faciles à blanchir à l'aide d'un traitement par l'acide chlorhydrique. La forme de ces paillettes est celle qui a été signalée plus haut dans les basaltes doléritiques, elle est comparable à celle de l'orthose figurée page 25 (fig. 5), avec, en plus, la macle de Carlsbad.

Le gisement le plus remarquable à signaler à cet égard est celui qui a été trouvé par M. Munier-Chalmas, et décrit par M. Michel-Lévy (*B. S. M.* X. 71. 1887), à Périer près Issoire, dans le gisement de zéolites qui sera étudié à l'article *chabasie*. L'angle d'extinction dans g^1 (010) est de — 20° à 23°. Ces lames feldspathiques présentent une grande analogie avec celles du Schiffenberg près Giessen, étudiées par M. Streng ; elles atteignent rarement 1^{mm} de plus grande dimension.

d) Labradorites. — Les labradors des labradorites du Plateau Central présentent les mêmes particularités que ceux des basaltes.

e) Andésites. — Dans les andésites augitiques et dans une partie des andésites à hornblende du Plateau Central, le labrador est le feldspath dominant en phénocristaux ; il est parfois associé à du labrador-bytownite, plus souvent à de l'andésine, qui domine dans les andésites à hornblende et biotite et surtout dans les andésites à biotite. Dans ces dernières roches, le labrador n'existe pas en microlites ; les phénocristaux de labrador des andésites paraissent être en moyenne de plus grande taille et moins aplatis suivant g^1 (010) que dans les basaltes.

Je ne me suis occupé jusqu'ici que des roches volcaniques tertiaires, pleistocènes ou modernes, les labradors se rencontrant, bien entendu, dans les roches de composition analogue d'âge antétertiaire, mais leurs cristaux, au lieu d'être vitreux et frais comme dans les roches plus récentes, sont le plus souvent troubles, opaques, ternes, colorés de

diverses façons et particulièrement en vert; ils possèdent un éclat cireux. Je ferai une mention spéciale pour les gisements suivants.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Sur la bordure nord du massif granitique du Néouvielle, depuis le pic d'Arbizon jusqu'aux environs de Barèges, ainsi que dans le massif du pic du Midi (lac Bleu), j'ai observé de nombreux filons minces de roches microlitiques. Ils se trouvent dans les roches éruptives (granite, granulite), dans les schistes et calcaires paléozoïques métamorphisés par elles. Ces filons dépassent rarement quelques mètres d'épaisseur; ils n'ont souvent que quelques centimètres. Leur composition oscille entre celle d'andésites et de labradorites (porphyrites); leur cristallinité est assez grande pour en faire presque des diabases. Parfois (ravin d'Escoubous près la Piquette déras lids en Barèges, et lac Bleu, massif du pic du Midi), ils renferment des phénocristaux de plagioclases dépassant 1^{cm} de plus grande dimension. Ces cristaux font saillie sur les surfaces exposées à l'air. Ils sont généralement troubles, d'un blanc laiteux, mais parfois (lac Bleu) ils sont vitreux et aussi frais que dans une roche volcanique moderne. Ils sont constitués par des labradors. Leurs altérations consistent en calcite et en produits micacés.

Vosges. — *Vosges. Haute-Saône. Territoire de Belfort.* Les labradorites (porphyrites), en coulées dans le culm des Vosges à Belfahy (*Haute-Saône*), Giromagny (*Vosges*) et Le Puix près Belfort, présentent de remarquables phénocristaux de labrador.

Ces roches sont très analogues au porphyre vert antique de la Laconie utilisé par les Romains. Sur une pâte d'un vert sombre se détachent des cristaux de labrador d'un vert plus ou moins clair, atteignant 2^{cm}, ainsi que de petits cristaux clairsemés d'augite. Dans les échantillons polis, on constate que les cristaux feldspathiques sont zonés et qu'ils possèdent fort souvent près de leur périphérie une zone ayant la couleur de la pâte de la roche. Ils sont aplatis suivant g^1 (010), mais beaucoup moins que ceux des basaltes récents. Leurs formes sont : g^1 (010), p (001), a^1 ($\bar{1}01$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), etc.; ils sont maclés suivant les lois de l'albite et de Carlsbad (macles macroscopiques), de Baveno, de la péricline (macles microscopiques), et présentent des groupements de plusieurs individus qui fourniraient des observations intéressantes s'il était possible de les isoler.

Ils sont criblés de produits micacés, de calcite, etc.

d) *Dans les tufs volcaniques.*

Plateau Central. — *Haute-Loire. Ardèche.* Les tufs basiques de la Haute-Loire (notamment à La Bèsseyre) et des Coirons (Chenavari, Rochesauve) renferment des cristaux arrondis transparents de labradors, associés à d'autres feldspaths et à de nombreux types d'enclaves. Fréquemment accolés à de la magnétite, de l'augite; du sphène, ils proviennent de cristallisations profondes du magma basique.

2° *Dans les schistes cristallins.*

Les labradors sont extrêmement abondants comme éléments constitutifs des gneiss amphiboliques et pyroxéniques français (*Bretagne, Plateau Central, Morvan*). Aucun gisement ne mérite cependant, à ma connaissance, une mention spéciale à cet égard, les feldspaths en question s'y présentant en grains sans contours distincts et de petite taille.

BYTOWNITES ET ANORTHITES

[$\mathbf{Ab_1\ An_3}$ à $\mathbf{Ab_1\ An_6}$] à [$\mathbf{Ab_1\ An}$ à $\mathbf{Ab_0\ An_1}$]

Triclinique : $m\ t = 120°30'$ (anorthite, Dx.).

$b : c : h = 1000 : 981{,}358 : 460{,}136.$ $D = 836{,}382.$ $d = 531{,}033.$

angle plan de $p = 115°10'50''$
angle plan de $m = 106°31'48''$
angle plan de $t = 100°40'\ 7''$

$$\left[\begin{array}{ccc} & a : b : c = 0{,}634185 : 1 : 0{,}55015 & \\ yz = 93°13' & zx = 115°57' & xy = 91°13' \\ X = 94°10' & Y = 116°18' & Z = 92°54' \end{array}\right]$$

Formes observées. p (001), m $(1\bar{1}0)$, t (110), g^1 (010), $a^{1/2}$ $(\bar{2}01)$, $e^{1/2}$ $(0\bar{2}1)$, $i^{1/2}$ (021), $b^{1/2}$ $(\bar{1}\bar{1}1)$, $c^{1/2}$ $(1\bar{1}1)$.

Macles. Les macles de l'albite et de Carlsbad se rencontrent à l'état macroscopique dans les cristaux d'anorthite étudiés plus loin ; celles de Baveno et de la péricline y existent à l'état microscopique.

J'ai pris les mesures données dans ce tableau sur les cristaux d'anorthite de l'île Saint-Paul. Les angles des macles se rapportent à la macle de l'albite.

	Angles calculés	Angles mesurés
$^{\star}mt$	120°30′	120°35′
$^{\star}mg^1$	117°34′	117°30′
tg^1	121°56′	121°50′
h^1g^1 gauche	87° 6′	87°17′
$m\overline{m}$	124°52′	124°49′
$t\overline{t}$	116° 8′	116°12′
pa^1 adj.	128°29′	
$pa^{1/2}$	98°46′	99°
$^{\star}pe^{1/2}$	133°14′	133°14′
$e^{1/2}g^1$ adj.	132°36′	132°38′
$^{\star}pg^1$ gauche	85°50′	85°57′

	Angles calculés	Angles mesurés
$pi^{1/2}$	137°21′	137°20′
$i^{1/2}g^1$ sur p	43°11′	
$p\overline{p}$ rentr.	171°40′	171°43′
$e^{1/2}\overline{e}^{1/2}$ sort.	94°48′	
$^{\star}pm$ ant.	110°40′	110°39′
$pc^{1/2}$ adj.	125°43′	125°40′
$c^{1/2}m$ adj.	123°36′	123°34′
pt ant.	114° 7′	114°14′
$pb^{1/2}$ adj.	122° 9′	122° 3′
$b^{1/2}g^1$ adj.	115° 7′	115°14′
a^1g^1 sur $c^{1/2}$	91°47′	
$c^{1/2}g^1$ adj.	117°47′	117°40′

	Angles calculés	Angles mesurés
$a^{1/2}g^1$ sur $b^{1/2}$	90°23′	90°22′
$a^{1/2}\overline{a}^{1/2}$ sort.	179°14′	
$me^{1/2}$ adj.	126°46′	
$ma^{1/2}$ adj.	136°22′	136°30′
$mb^{1/2}$ sur $a^{1/2}$	98°35′	
$me^{1/2}$ sur $a^{1/2}$	53°14′	
$te^{1/2}$ sur $o^{1/2}$	85°10′	
$ta^{1/2}$ adj.	134°36′	
$tc^{1/2}$ sur $a^{1/2}$	94°24′	
$ti^{1/2}$ sur $a^{1/2}$	50°14′	

Faciès des cristaux. Les cristaux d'anorthite étudiés plus loin sont rarement développés d'une façon à peu près égale suivant leurs trois axes cristallographiques : le plus souvent ils sont aplatis suivant g^1 (010).

La bytownite et l'anorthite se rencontrent dans les gisements français plus souvent en masses laminaires qu'en cristaux distincts.

Clivages. Clivage p (001) parfait, g^1 (010) moins facile.

Dureté. 6 à 6,5.

Densité. 2,728 bytownite; 2,736 à 2,749 anorthite de Saint-Clément (M. Fouqué); 2,737 à 2,758 anorthite pure.

Coloration et éclat. Incolore, blanc plus ou moins laiteux, jaune, rouge par altération. Éclat vitreux. Transparente ou translucide. Poussière blanche.

Propriétés optiques. Voir page 135. Autour de n_p, dispersion $\rho < v$, avec faibles dispersions inclinée et tournante (?) (Dx).

Les données suivantes ont été prises sur des cristaux provenant de gisements français (Fq.).

		Snp	Tng	Extinction sur g^1	
Bytownite	Saint-Clément	57°	42° à 43°	»	
Anorthite	Nakety	57°	49°	»	
	Obock	53° à 54°	48°30′	»	
	Saint-Clément	53° à 56°	47° à 48°	— 37°	
	Saint-Paul	»	»	— 35°22′	Dx.

Sur l'anorthite de Saint-Clément, nous avons, M. Michel-Lévy et moi, mesuré les indices suivants (*C. R.* CXI. 846. 1890) (Na).

$$n_g = 1{,}586$$
$$n_m = 1{,}581\ (?)$$
$$n_p = 1{,}574$$
$$n_g - n_p = 0{,}012$$

Composition chimique. Pour la composition théorique, voir p. 130. Analyses :

a) de la bytownite de la diorite orbiculaire de Santa Lucia de Tallano, par Delesse (*C. R.* XXVII. 41. 1848);

b) de l'anorthite de Saint-Clément (*L.c.*) ;

c) de l'anorthite de la météorite de Juvinas, par M. Rammelsberg, déduction faite des impuretés (*in* Cohen, Meteoritenkunde, 307. 1894).

	a)	*b*)	*c*)
SiO^2	48,62	46,05	42,84
Al^2O^3	34,66	35,10	36,78
CaO	12,02	18,32	18,18
Na^2O	2,55	0,50	1,85
K^2O	1,06	»	0,35
MgO	0,33	»	»
FeO	0,66	»	»
H^2O	0,49	»	»
	100,39	100,07	100,00
Densité	2,737	»	»

M. Rupprecht a donné l'analyse de deux anorthites du val d'Orezza (*Corse*) dans une dissertation inaugurale (Erlangen, 1889) que je n'ai pas eue entre les mains.

Essais pyrognostiques. Fusible au chalumeau en un verre incolore. Facilement attaquable (surtout l'anorthite) par les acides, avec résidu de silice gélatineuse.

Altérations. Dans les gisements étudiés plus loin, l'anorthite présente les altérations micacées la saussuritisation ainsi que la transformation en wollastonite décrites page 46. La *vosgite* de Delesse est un labrador altéré.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La bytownite se rencontre dans les conditions suivantes :

1° Dans les roches éruptives;

2° Dans les météorites ;

3° Dans les roches sédimentaires modifiées au contact des roches éruptives;

4° Dans les roches sédimentaires modifiées par les incendies souterrains ;

5° Dans les schistes cristallins.

1° *Dans les roches éruptives.*

a) *Dans les roches granitiques.*

Les bytownites et l'anorthite ne se rencontrent que rarement dans les roches quartzifères. Dans les granites amphiboliques, ces feldspaths sont parfois associés à toute une série de feldspaths tricliniques moins basiques. Ces cristaux sont généralement très zonés.

L'existence de ces feldspaths basiques dans le granite amphibolique (vaugnérite) de Vaugneray (*Rhône*) explique une observation de Drian (*op. cit.*, 511) qui indique que les feldspaths de cette roche s'attaquent à la longue par l'acide sulfurique étendu.

Dans les granulites et les pegmatites, ces feldspaths se rencontrent surtout au contact de roches cristallines basiques (gneiss à pyroxène, amphibolites, cipolins); ils y sont le résultat de phénomènes d'endomorphisme. On s'explique aisément les variations de composition des feldspaths de semblables roches, l'irrégularité de leurs zones et l'existence fréquente, au centre des cristaux, de types moins basiques que ceux de certaines zones.

C'est à ce genre de gisement qu'il y a lieu de rapporter une partie des feldspaths de Saint-Clément (*Puy-de-Dôme*); les veines de granulite de ce gisement sont si intimement associées aux gneiss à pyroxène, qu'il n'est guère possible de les en séparer : je les étudierai page 202. J'en ai observé aussi de remarquables exemples dans les granites endomorphisés au contact des calcaires paléozoïques du sud d'Ax (Baxouillade en Orlu, Roc Blanc, etc.) (*Ariège*). L'anorthite constitue fréquemment une zone intérieure entre une zone de labrador et des zones périphériques de labrador, d'andésine et d'oligoclase.

b) *Dans les roches éruptives grenues basiques.*

Les gisements principaux de la bytownite et de l'anorthite dans les roches éruptives grenues sont les gabbros, les norites, les diabases, plus rarement les diorites. J'ai observé accidentellement ces minéraux dans une lherzolite.

Je ne m'occuperai ici que de quelques gisements dans lesquels ces feldspaths constituent des masses importantes dont il est possible d'extraire de gros échantillons.

Pyrénées. — *Haute-Garonne*. J'ai signalé (*Nouv. Archives du Muséum*, VI. 1894) un cas curieux de production d'anorthite dans une lherzolite du Tuc d'Ess en Coulédoux. La lherzolite à grands éléments se transforme localement en une roche verte compacte, qui, au microscope, se résout en une dentelle de hornblende dont tous les vides sont remplis par de grandes plages d'anorthite, maclées suivant la loi de l'albite (fig. 30, page 39).

J'ai signalé également, dans les diallagites de Moncaup, des transformations analogues.

Ariège. Il a été question plus haut des diorites que j'ai trouvées au sud d'Ax et au pic de Bédeillat entre la petite vallée de Gnoles (montée du lac Naguille) et celle de Paraou en Orlu. Le feldspath en grands éléments atteignant parfois plus d'un centimètre est constitué souvent exclusivement par de l'anorthite ou de la bytownite, qui est en général zonée et associée à du labrador-bytownite, du labrador et de l'andésine. De même que dans les granites endomorphisés de Baxouillade dont il a été question plus haut, l'anorthite n'occupe souvent pas le centre des cristaux. Il est fort possible, du reste, que les diorites de ces gisements ne soient que des pointements granitiques entièrement endomorphisés par absorption d'assises calcaires.

Corse. — On a vu à la page 48 que le gabbro à smaragdite (*verde di Corsica*) d'Orezza renferme de l'anorthite transformée en wollastonite. Ce feldspath, ainsi que la bytownite associée parfois au labrador, paraît très abondant dans les divers gabbros, norites et diorites du N.-E. de la Corse (voir tome I, page 589) (Monte Grosso, au cap Corse) ; ces minéraux y sont souvent saussuritisés.

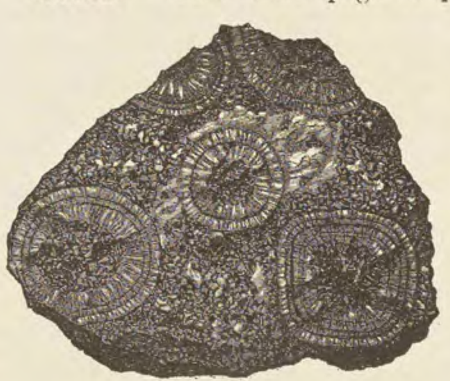


Fig. 1.
Diorite orbiculaire de Santa Lucia de Tallano.
(Réduction de $\frac{4}{5}$).

Dans les gabbros et norites de l'arrondissement de Sartène, la bytownite et l'anorthite en cristaux nets est parfois englobée dans de grandes plages pœcilitiques de hornblende (Levie, San Gavino). La bytownite est l'élément dominant de la diorite orbiculaire qui a rendu célèbre le gisement de Santa

Lucia de Tallano. Cette roche est constituée par des orbicules atteignant 8 centimètres de diamètre essentiellement constitués par du feldspath et de l'amphibole. Ils sont réunis par un mélange grenu des mêmes éléments. Les orbicules se montrent à l'œil nu, surtout constituées par du feldspath ; ils ont une structure fibrolamellaire divergeant d'un centre. Des zones concentriques sont dessinées par de l'amphibole verte. Dans certains échantillons à plus gros éléments, le feldspath existe presque seul.

Au microscope, on constate souvent une structure par secteurs : chacun de ces derniers est constitué par l'entassement de grains de bytownite, à axes obliques, offrant une association extrêmement répétée de macles de l'albite et de la péricline (fig. 2). Le plus souvent, ces macles, au lieu de former deux séries de bandelettes se coupant régulièrement, contituent une série de bandes enchevêtrées et interrompues défiant la description.



Fig. 2.
Lame mince d'un globule de la figure 1. En haut, un grand cristal de hornblende ; le reste de la préparation est formé par de l'anorthite. (Reproduction d'une photographie. Lumière polarisée.)

Tantôt les zones feldspathiques sont absolument dépourvues d'amphibole, tantôt, au contraire, ce minéral se rencontre en petits éléments clairsemés. Dans le magma à grands éléments, englobant les orbicules, la horblende verte est souvent ophitique par rapport au feldspath.

Nouvelle-Calédonie. — Les péridotites (dunites) de la Nouvelle-Calédonie sont traversées par des filons minces de nombreuses roches feldspathiques basiques (norites et gabbros), dans lesquelles l'anorthite se présente parfois en masses laminaires dépassant 5^{cm} de plus grande dimension ; cela a lieu notamment à Nakéty, sur la côte nord de l'île, d'où provient l'échantillon dont les propriétés optiques ont été données plus haut. Je dois cet échantillon à l'obligeance de M. L. Pelatan.

Dans la même région, les gabbros et norites à grands éléments sont

accompagnés par des roches finement grenues, blanches ou d'un vert émeraude, vendues dans le commerce sous le nom de *jade océanien*. Ces roches sont des diabases ou des gabbros montrant au microscope les phénomènes d'écrasement, de structure en mortier, les plus remarquables. Elles sont constituées en grande partie et parfois exclusivement par des feldspaths tricliniques (anorthite, bytownite ou labrador), avec ou sans un pyroxène qui possède une belle couleur vert émeraude à laquelle la roche doit sa couleur. C'est dans une diabase de ce genre que se rencontre l'ouwarovite décrite tome I, page 230.

Dans mon travail sur les gneiss à pyroxène (*B. S. M.* XII. 348. 1889), j'ai signalé ces roches, en faisant remarquer leur analogie avec certains gabbros à saussurite. En l'absence de documents stratigraphiques sur la région dont elles proviennent, je les avais citées pour mémoire, en les comparant aux gneiss à pyroxène de Bretagne, dont elles possèdent la structure. Des indications de M. Pelatan, il résulte que ces roches forment des filons minces dans les serpentines et qu'elles doivent par suite être rattachées au groupe des roches éruptives grenues.

c) *Dans les roches volcaniques.*

La bytownite et l'anorthite ne se rencontrent, comme élément essentiel, que dans un très petit nombre de basaltes du Plateau Central ; c'est dans des gisements coloniaux qu'il faut aller chercher des échantillons bien caractérisés de ces minéraux. Ces feldspaths se présentent avec l'aspect vitreux et la structure fendillée de la sanidine.

Obock. — Dans des basaltes envoyés d'Obock au Muséum par M. Maindron, j'ai trouvé des échantillons renfermant de grands cristaux feldspathiques d'anorthite qui atteignent 1^{cm}. Dans les cendres basaltiques de cette région se trouvent des fragments transparents du même minéral, qui ont permis à M. Fouqué de déterminer les propriétés optiques données plus haut. Ces échantillons ont été recueillis sur la petite plage d'une langue de terre située au fond oriental du Gubhet El Kharab.

Iles Saint-Paul et **Amsterdam**. — M. Vélain a signalé (*Descr. géol. de la presqu'île d'Aden, de la Réunion*, etc. Paris. 293. 1878) l'abondance de l'anorthite dans les basaltes des îles Saint-Paul et Amsterdam, en cristaux porphyroïdes, atteignant parfois plusieurs centimètres. Ces roches à anorthite sont remarquablement belles et offrent

la plus grande ressemblance avec les laves à anorthite décrites par M. Fouqué à Santorin.

Le même feldspath se rencontre en grande abondance en cristaux, pour la plupart isolés, dans les tufs accompagnant ces basaltes à l'île Saint-Paul ; il y forme des cristaux jaunâtres très riches en inclusions vitreuses, associés à des cristaux d'augite. Je dois à l'obligeance de M. Vélain un très joli petit cristal jaune provenant de ce gisement ; il présente environ 5^{mm} dans la direction de chacun de ses axes et offre les formes p (001), m $(1\bar{1}0)$, t (110), g^1 (010), $a^{1/2}$ $(\bar{2}01)$, $e^{1/2}$ $(0\bar{2}1)$, $i^{1/2}$ (021), $b^{1/2}$ $(\bar{1}\bar{1}1)$, $c^{1/2}$ $(1\bar{1}1)$ (fig. 3). C'est sur ce cristal que j'ai pris les mesures données plus haut. Les propriétés optiques de cette anorthite sont très voisines de celles de l'anorthite de la Somma.

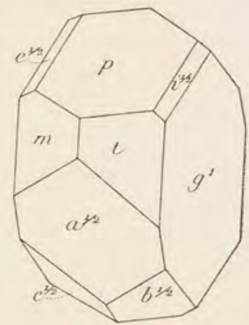


Fig. 3.
Anorthite de l'île Saint-Paul.

d) *Dans les enclaves de roches éruptives.*

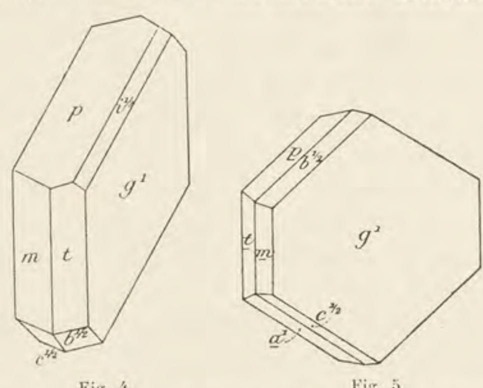
Plateau Central. — J'ai indiqué, tome I, page 565, l'existence, dans les basaltes du Plateau Central, d'enclaves grenues, riches en hypersthène, augite et plagioclases. Je les considère comme des enclaves énallogènes des basaltes, bien que quelques-unes d'entre elles puissent être des enclaves homœogènes, c'est-à-dire des produits de formation du magma basaltique lui-même. La bytownite et l'anorthite constituent un élément essentiel de quelques-unes d'entre elles. Ces feldspaths se rencontrent parfois dans les enclaves homœogènes grenues des andésites, labradorites et basaltes ayant la composition de diorites ou de diabases (*Les encl. des roches volc.*).

Esterel. — *Var*. M. Michel-Lévy m'a signalé l'existence de la bytownite et de l'anorthite comme élément essentiel d'enclaves homœogènes à grands éléments trouvées dans la microgranulite à amphibole (porphyre bleu) du Dramont près Agay. J'en ai examiné un bel échantillon que je dois à l'obligeance de M. Nentien. C'est aux dépens des feldspaths de ces enclaves que se sont formées les zéolites (analcime, stilbite, laumonite) dont il sera question plus loin.

2° *Dans les météorites.*

L'anorthite et la bytownite constituent un des éléments essentiels de certaines météorites. Quelques-unes de celles-ci (type *eucrite*) sont très analogues, comme structure, à des labradorites à structure ophi-

tique (Jonzac, près Barbezieux (*Charente-Inférieure*), 13 juin 1816, et Juvinas (*Ardèche*), chute du 15 juin 1821), alors que d'autres (*howardite*), à structure extrêmement déformée par action mécanique, renferment du péridot et peuvent être comparées à des diabases à enstatite et olivine très dynamométamorphisées (Le Teilleul (*Manche*), 14 juillet 1845).



Anorthite de la météorite (eucrite) de Juvinas, cristal simple (fig. 4), cristal maclé suivant la loi de Carlsbad (fig. 5).

Dans la météorite du Teilleul, l'anorthite est en petites plages microscopiques ; il n'en est plus de même de l'eucrite de Juvinas, qui est très cristalline, miarolitique, et qui présente des géodes d'où ont été extraits les cristaux de pyroxène étudiés tome I, page 598, et des cristaux d'anorthite qui ont fait l'objet d'une description cristallographique de G. Rose et de M. von Lang (*Sitzb. Akad. Wissensch. Wien*, LVI. 1067). La fig. 4 représente un cristal décrit par ce dernier, tel qu'il a été redessiné par M. Schrauf (*Atlas der Krystallformen*, 1864) ; la fig. 5 est une macle de Carlsbad, d'après M. Tschermack.

Les cristaux sont aplatis suivant g^1 (010) et présentent les faces p (001), g^1 (010), m $(1\bar{1}0)$, t (110), a^1 $(\bar{1}01)$, $e^{1/2}$ $(0\bar{2}1)$, $i^{1/2}$ (021), $b^{1/2}$ $(\bar{1}\bar{1}1)$, $c^{1/2}$ $(1\bar{1}1)$; ils sont maclés suivant les lois de l'albite et de Carlsbad.

L'examen microscopique fait voir que la roche ressemble à une brèche ignée, par places assez brisée. La structure est ophitique avec de très grandes variations dans la dimension des éléments constituant une même section mince. Les feldspaths montrent les deux macles signalées plus haut, et en outre la macle de la péricline. Quand on les étudie au point de vue de l'extinction dans les sections perpendiculaires aux bissectrices, on constate que le feldspath dominant est l'anorthite associée à de la bytownite et à du labrador-bytownite. Ils renferment des inclusions ferrugineuses analogues à celles des gabbros scandinaves.

Dans la météorite de Jonzac, le feldspath se présente en cristaux ayant les mêmes formes que dans celle de Juvinas, mais atteignant de plus grandes dimensions.

3° *Dans les roches sédimentaires métamorphisées par les roches éruptives.*

a) *Contact de la lherzolite.*

Pyrénées. — On trouvera à l'article *dipyre* la description des remarquables roches silicatées que j'ai observées au contact des lherzolites et des calcaires marneux jurassiques des Pyrénées. Dans ces roches métamorphiques, l'anorthite et la bytownite sont associées à l'orthose. Ces minéraux sont finement grenus et ne peuvent généralement être décelés que par le microscope, mais j'ai trouvé aussi [Bois du Fajou près Caussou (*Ariège*)] des cornéennes blanches presque entièrement formées par de l'anorthite en plages de plusieurs millimètres, englobant des cristaux de pyroxène, d'amphibole (structure pœcilitique). Dans l'anorthite de ces roches de contact, je n'ai observé que la macle de l'albite.

b) *Contact du granite.*

La bytownite et l'anorthite ne sont pas rares en plages finement grenues dans les cornéennes résultant de la transformation des calcaires paléozoïques par le granite. Dans tous les gisements étudiés (Normandie, Pyrénées, Plateau Central), ces feldspaths sont microscopiques.

4° *Dans les roches houillères fondues par les incendies souterrains.*

L'anorthite en microlites abonde dans les roches néogènes formées par la fusion des schistes houillers dans les incendies souterrains (voir tome I, pages 531 et 602). C'est Mallard qui a signalé le premier (*B. S. M.* IV. 230. 1881) ce minéral à Commentry (*Allier*), où il s'isole parfois dans des géodes en petites lamelles g^1 (010), aplaties suivant cette face ($g^1 p a^1 m t$). Je l'ai retrouvé à Cransac (*Aveyron*), Épinac (*Saône-et-Loire*) ; enfin M. Vélain m'en a communiqué de jolis cristaux provenant des mines d'anthracite de Peychagnard (*Isère*). Ils constituent des lames g^1 (010), très minces, limitées par les faces p (001), a^1 ($\bar{1}01$), $a^{3/4}$ ($\bar{4}03$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), m ($1\bar{1}0$), t (110).

5° *Dans les schistes cristallins.*

L'anorthite et la bytownite sont fréquentes dans les gneiss amphiboliques et dans les gneiss pyroxéniques associés ou non à des cipolins. Quelques-uns d'entre eux méritent une mention spéciale ; pour plus de détails sur ces gneiss et en ce qui concerne leur bibliographie, je renvoie à la description que j'en ai publiée (*B. S. M.* XII. 1889).

Bretagne. — *Morbihan*. Le gneiss à pyroxène de Roguédas près Vannes est connu depuis longtemps pour son anorthite, associée du reste à d'autres plagioclases. Cette anorthite est transformée en partie en wollastonite.

Plateau Central. — *Ardèche*. Des gneiss à pyroxène, à anorthite, bytownite et wollastonite, se rencontrent en bancs minces près de Saint-Félicien (à la sortie du village dans un chemin conduisant à la scierie).

Puy-de-Dôme. J'ai donné, dans le mémoire cité plus haut (p. 146), la description du gneiss à pyroxène de Saint-Clément, découvert par M. Gonnard. Cette roche avait été décrite antérieurement sous le nom inexact de « gabbro à anorthite » (*B. S. M.* IX. 46. 1886). Ce gisement de Saint-Clément est intéressant, car il renferme des roches dont les variations de composition sont dues à ce qu'aux gneiss à pyroxène sont associées des veinules de granulite qui ont été endomorphisées et qui présentent des feldspaths très divers. M. Gonnard m'a remis des gneiss à pyroxène renfermant des morceaux de feldspaths qui mesurent plusieurs centimètres de plus grande dimension : ils sont mélangés seulement d'un peu de pyroxène, alors que d'autres sont associés à du quartz. La composition de ces feldspaths oscille entre celle de l'anorthite presque pure et celle de la bytownite. Il paraît probable qu'une étude approfondie d'un plus grand nombre d'échantillons ferait découvrir, dans les roches quartzifères, des feldspaths moins basiques. Cette roche renferme des associations pœcilitiques d'anorthite et de pyroxène.

Loire. M. de Chaignon m'a communiqué un superbe gneiss pyroxénique à grands éléments analogue à celui de Saint-Clément. Dans quelques échantillons, la bytownite forme des lames de clivages de plusieurs centimètres carrés, riches en cristaux de pyroxène (structure pœcilitique). Cette roche a été trouvée en blocs dans les champs sur le bord de la route de Montbrison à Bar, à 300 m. au delà du pont qui franchit le Cotoyet. Elle constitue vraisemblablement des bancs dans les gneiss de cette région.

Saône-et-Loire. L'anorthite abonde dans les gneiss amphiboliques du Morvan et notamment dans ceux du moulin Guissenot près Broye.

Esterel. — L'anorthite est le feldspath dominant de quelques gneiss amphiboliques de Saint-Maxime.

GROUPE DES WERNERITES

Le groupe des wernerites est constitué par des minéraux quadratiques (avec hémiédrie pyramidale) clivables suivant les faces du prisme et présentant entre eux de remarquables relations, analogues à celles du groupe des feldspaths.

M. Tschermak, en effet, a fait voir (*Ber. Akad. Wien*, LXXXVIII. 1842. 1883) que leur composition chimique pouvait être interprétée en admettant qu'ils sont constitués par des mélanges isomorphes des deux termes extrêmes :

Méionite.... $Ca^4\ Al^6\ Si^9\ O^{25} = Me$
Marialite ... $Na^4\ Al^3\ Si^9\ O^{24}\ Cl = Ma.$

Des noms spéciaux ont été donnés à un grand nombre de ces minéraux. On peut admettre, dans leur série, les groupements suivants :

Méionite.... Me à $Me_3\ Ma_1$
Scapolite ... $Me_3\ Ma^1$ à $Me_1\ Ma_2$
Dipyre ..... $Me_1\ Ma_2$ à $Me_1\ Ma_3$
Marialite ... $Me_1\ Ma_3$ à Ma

correspondant aux compositions suivantes :

	Me	$Me_3\ Ma_1$	$Me_2\ Ma_1$	$Me_1\ Ma_1$	$Me_1\ Ma_2$	$Me_1\ Ma_3$	Ma
$Si\ O^2$.....	40,5	46,10	48,03	51,90	55,85	57,85	63,9
$Al^2\ O^3$....	34,4	30,48	26,16	26,47	23,73	22,35	18,1
Ca O	25,1	19,10	17,04	12,90	8,67	6,53	»
$Na^2\ O$....	»	3,54	4,76	7,15	9,62	10,87	14,7
Cl........	»	1,01	1,35	2,04	2,75	3,10	4,2
	100,0	100,23	100,34	100,45	100,62	100,70	100,9

à déduire O = 2 Cl.

Quelques wernerites renferment en outre un peu d'eau et d'acide sulfurique.

En 1889, j'ai fait voir d'autre part (*B. S. M.* XII. 356. 1889), par les mesures d'indices de réfraction reproduites plus loin, que les indices des diverses wernerites décroissent d'une façon continue de la méionite à la marialite, entraînant un décroissement consécutif de la biréfringence. En d'autres termes, les wernerites sont d'autant plus

réfringentes et plus biréfringentes que leur teneur en chaux est plus élevée.

La densité croît en même temps avec la teneur en chaux de 2,566 (marialite) à 2,74 (méionite).

		n_g	n_p	$n_g - n_p$
Méionite	Hällesta (Suède).........	1,584	1,557	0.037
	Christiansand...........	1,592	1,552	0,037
	Somma..................	1,594	1,558	0,036
	Bolton (Mass.)...........	1,588	1,552	0,036
	Malsjö..................	1,588	1,553	0,035
	Bolton..................	1,583	1,552	0,031
Scapolite	Baïkal (glaucolite).......	1,581	1,551	0,030
	Laurinkari (Finlande)....	1,583	1,553	0,030
	Arendal (Norwège).......	1,583	1,554	0,029
	Ersby (Suède)...........	1,570	1,547	0,023
	Arendal (Dx.)............	1,566	1,545	0,021
	Pargas (Suède)..........	1,577	1,550	0,017
Dipyre	Pouzac..................	1,558	1,543	0.015
	Pierrepoint..............	1,562	1,546	0,016
Marialite	Ile de Procida...........	»	»	0,010

Des travaux nouveaux seraient nécessaires pour préciser les relations des propriétés optiques et de la composition, mes recherches n'ayant fixé que le sens de la variation. Il serait indispensable, pour une étude de ce genre, d'analyser le cristal même qui a servi aux déterminations optiques, la composition chimique des wernerites d'un même gisement n'étant pas toujours constante. La question est cependant plus simple que pour les feldspaths, car je n'ai pas constaté de cristaux composés de groupements physiques de plusieurs des types indiqués plus haut.

Parmi les minéraux du groupe des wernerites, seuls le dipyre et la scapolite se rencontrent en France ; c'est d'eux seuls dont j'aurai à m'occuper ici.

DIPYRE

$Me_1\ Ma_2$ à $Me_1\ Ma_3$

Quadratique $b : h = 1000 : 449.177$ $D = 707.107$
$[a : c = 1 : 0,63523$ (Dx)$]$

Formes observées. m (110), h^1 (100), h^3 (210)[1], a^1 (101), b^1 (112).

1. Ou h^2 (310). Goldschmidt, *Index d. Kryst.*, III. 130. 1891.

Macles. Dans les roches à dipyre de la Loire-Inférieure, j'ai souvent observé une macle dans laquelle l'axe vertical de l'un des individus fait un angle de 90° avec celui de l'autre (fig. 4).

	Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés	Angles mesurés
*mm	90°	90°	$h^3 h^1$	153°26′	153°33′ (G.)	$b^1 b^1$ s. p	133°38′	
mh^1	135°	134°56′ (G.)	$h^2 h^1$	161°34′		$a^1 b^1$	157°44′	157°30′ (Dx.
		135°	* $a^1 a^1$ s. p	115°9′	115°9′ (Dx.)	$m a^1$	112°16′	111°37′
$m h^2$	153°26′		$a^1 h^1$	122°25′	122°2′ (Dx.)	$a^1 a^1$	135°23	135°43′
$m h^3$	161°34′	161°27′, 15′(G.)	$b^1 m$	114°11′				à 136°30′

Faciès des cristaux. Quand le dipyre se présente en cristaux distincts, il forme des prismes quadratiques m (110) avec souvent de petites facettes h^1 (100); ils sont très striés verticalement. Les cristaux terminés par des sommets distincts sont rares et n'ont été trouvés qu'à Pouzac et à Saint-Béat; le prisme h^1 (100) y est rarement plus développé que m (110). Les faces de la zone prismatique sont striées verticalement (fig. 7 et 9).

Le plus généralement les cristaux n'ont aucune terminaison géométrique; ils sont souvent creux, arrondis et ovoïdes. Le dipyre forme fréquemment des cristaux en forme de grains d'orge ou en globules; c'est la forme sous laquelle on le rencontre dans les roches de contact entièrement silicatées.

Déformations mécaniques. Les cristaux de dipyre des Pyrénées présentent de nombreuses déformations mécaniques; dans les calcaires, on les trouve souvent écrasés et brisés en plusieurs tronçons que cimentent de la calcite. Dans les roches entièrement silicatées à dipyre, ce minéral est fréquemment écrasé, il présente des phénomènes de torsion, des extinctions roulantes ainsi que la structure en ciment.

Clivages. Clivage suivant m (110) plus ou moins facile suivant les gisements ; traces de clivage ou cassures transversales suivant p (001).

Dureté. 6. Fragile.

Densité. 2,62 à 2,646 (Libarrenx), 2,68 (Pouzac).

Coloration. Incolore et limpide, souvent blanc laiteux ou verdâtre, gris, noir, violacé, grâce à de nombreuses inclusions (voir plus loin). Éclat vitreux, un peu soyeux dans les variétés fibreuses. Transparent ou translucide.

Inclusions. Le dipyre est très riche en inclusions; leur étude a un grand intérêt, car elle permet d'expliquer les différences présentées par les analyses de dipyre d'une même localité et de rejeter comme non justifié le nom de *couseranite* donné à certains dipyres.

Au point de vue des inclusions, il y a lieu de considérer successivement le dipyre des calcaires et celui des roches entièrement silicatées. Je ne m'occupe ici que des inclusions primaires, renvoyant au paragraphe *altérations* pour les inclusions secondaires.

a) *Dans les calcaires*. — Les cristaux hyalins les plus purs de dipyre renferment toujours des inclusions de calcite; ils sont souvent creux et présentent des irrégularités de structure qui sont bien mises en évidence par les coupes minces des roches qui les renferment, aussi est-il difficile d'obtenir un cristal entier par l'attaque des calcaires par les acides.

Si des cristaux hyalins, on passe aux cristaux colorés et particulièrement aux cristaux noirs des calcaires noirs de l'Ariège (Seix, port de Saleix, étang de Lherz, port de Massat, etc.), on constate que le pigment charbonneux du calcaire s'est toujours concentré dans le dipyre; il y est associé à des paillettes de mica, des grains de quartz. Souvent ces inclusions s'accumulent au centre du cristal dont les bords restent libres. Il n'est pas rare de trouver des cristaux de dipyre gris ou noirâtres dans un calcaire blanc; dans ce cas, au moment de sa formation le dipyre a attiré à lui tout le pigment de la roche.

Ce sont ces cristaux noirs dont, en 1828, J. de Charpentier décrivit les caractères extérieurs (*op. cit.*, 225) et qu'il proposa de nommer *couseranite*[1]. Dufrénoy (*A. Pc*. XXXVIII. 280. 1828) en fit une nouvelle étude, les crut monocliniques, en donna l'analyse ($\hat{e}$) et confirma l'opinion de Charpentier. Il est curieux qu'aucun de ces deux savants n'ait eu l'idée de comparer ce minéral au dipyre qu'ils connaissaient cependant à Engoumer, à quelques kilomètres de leur gisement de couseranite.

Dans les calcaires de Prades, j'ai souvent trouvé, dans le dipyre, des inclusions de feldspath, d'amphibole; dans un échantillon du ravin de Nadaliss près Vicdessos, chaque aiguille de dipyre renferme un petit grenat.

1 Ce nom est tiré de celui de l'ancienne province du Couserans; l'orthographe doit être « couseranite »; on a écrit « incorrectement » « couzéranite », « cousérauite ».

b) *Dans les schistes micacés de contact des ophites.* — Dans les schistes micacés de contact des ophites qui seront décrits plus loin, le dipyre est criblé de paillettes de mica, d'aiguilles de tourmaline, de rutile, d'actinote. On s'explique dès lors les couleurs variées, brunes, violacées, etc., des soi-disant couseranites des divers gisements et notamment de Pouzac. Tantôt ces inclusions sont distribuées d'une façon quelconque, tantôt elles sont orientées suivant l'axe vertical du dipyre.

c) *Dans les roches silicatées de contact de la lherzolite.* — Dans ces roches dépourvues de pigment charbonneux, le dipyre globuleux renferme en inclusions tous les autres éléments de la roche (mica en paillettes arrondies, pyroxène grenu, tourmaline, etc.) ; soit en fragments ultramicroscopiques, soit en individus assez gros ; il en résulte alors une structure pœcilitique (fig. 1, 8, 10).



Fig. 1.

Lame mince de dipyre d'une cornéenne du bois du Fajou, montrant les inclusions de diopside dans le dipyre. (Lumière naturelle, grossissement de 100 diamètres.)

Dans les schistes micacés et surtout dans les cornéennes, les inclusions sont souvent beaucoup plus abondantes que le dipyre qui les renferme ; celui-ci est réduit à une sorte d'éponge cristalline servant de ciment aux autres minéraux. J'ai donné antérieurement de nombreuses figures de ces inclusions du dipyre (*Nouv. Arch. du Muséum*, VI. pl. 7. 8. 10. 1894).

d) *Dans les gneiss à pyroxène et à dipyre.* — Dans le dipyre des gneiss à pyroxène de la Loire-Inférieure, j'ai observé de très fines aiguilles noires opaques distribuées parallèlement à l'axe vertical de leur hôte ; elles occupent souvent le centre seulement du cristal ; elles sont insolubles dans l'acide chlorhydrique et paraissent primaires, car on les trouve aussi dans la calcite associée à ce gneiss à pyroxène.

Propriétés optiques. Un axe négatif. Les indices mesurés par M. des Cloizeaux (verre rouge) *a*) et par M. Lattermann *b*), sont les suivants :

	a)	*b*)
n_g	= 1,558	1,5545
n_p	= 1,543	1,5417
$n_g - n_p$	= 0,015	0,0128

Composition chimique. Voir p. 204, pour la composition théorique. Il y a lieu de faire remarquer qu'aucune des analyses du dipyre des Pyrénées ne montre de chlore.

Analyses : *a*) du dipyre hyalin de Libarrenx, par Delesse (*A. M.* IV. 614. 1843);

b) du dipyre transparent du même gisement, par Pisani (voir Dx., *op. cit.*, 227);

c) du dipyre de Pouzac, par M. Damour *in* Dx. (*op. cit.*, I. 229);

d) du dipyre de Pouzac, par Schulze, *in* Goldschmidt (*N. J.*, *Beil.*, Bd I. 226. 1881);

Cette dernière analyse paraît avoir été faite sur une substance renfermant des inclusions de phlogopite incolore ainsi qu'en témoigne la grande quantité de Mg O et de K^2 O.

e) du dipyre noir (couseranite) du port de Saleix, par Dufrénoy (*A. M.* XXXVIII. 280. 1825).

	a	*b*	*c*	*d*	*e*
Si O^3	55,5	56,69	56,22	53,97	52,37
$Al^2 O^3$	24,8	22,68	23,05	23,68	24,02
$Fe^2 O^3$	»	»	»	»	»
Mn O	»	0,39	»	»	»
Ca O	9,0	6,85	9,44	8,76	11,85
Na^2 O	9,4	8,65	7,68	3,55	3,96
K^2 O	0,7	0,78	0,90	6,43	5,52
Mg O	»	0,49	traces	1,40	1,40
Perte au feu	»	4,55	2,41	0,98	»
	99,4	101,08	99,70	98,77	99,12
Densité :	2,646	2,62	2,65	2,613	2,69

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, blanchit et fond facilement en un verre blanc bulleux; les cristaux noirs colorés par de la matière charbonneuse se décolorent par calcination. Difficilement attaquable par les acides.

Altérations. Les produits d'altération formés aux dépens du dipyre sont nombreux; ils se rencontrent surtout dans les schistes micacés de contact des ophites et dans le dipyre des calcaires. C'est à une partie de ces cristaux, et notamment à ceux de Pouzac, que l'on a attribué le nom de *couseranite* (page 108). M. Frossard a même proposé récemment (*B. S. M.* XIII. 187. 1890) d'employer désormais ce nom de *couseranite* pour désigner le dipyre altéré. Un semblable changement est contraire aux règles de la nomenclature scientifique; il serait peu logique, du reste, les cristaux originaux de couseranite de Charpentier et de Dufrénoy n'étant pas constitués par du dipyre altéré, mais comme je l'ai dit plus haut, par du dipyre surtout riche en inclusions variées.

J'ai observé les modes suivants d'altération :

1° *Altération sans formation de produits cristallisés.* — Le dipyre, avant de se décomposer, présente des clivages largement ouverts et prend une structure fibreuse; il est alors blanc soyeux. Au microscope, les clivages sont bordés par une zone monoréfringente et le minéral offre, entre les nicols croisés, l'apparence d'un feldspath triclinique avec bandes alternativement monoréfringentes et biréfringentes (fig. 2).

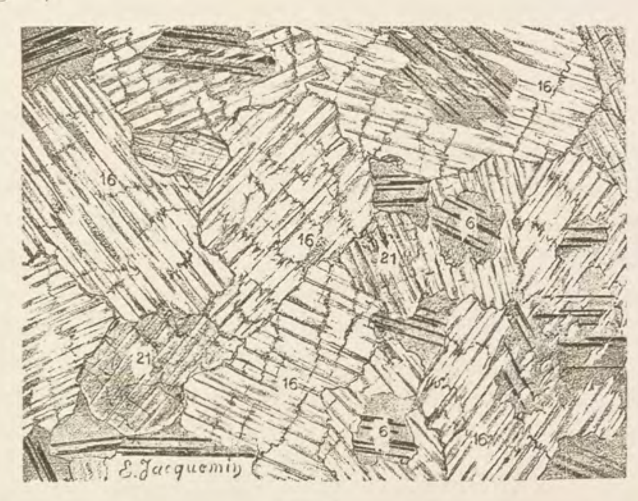


Fig. 2.
Lame mince d'un gneiss à dipyre de Saint-Brevin formé par du diopside (21), de l'oligoclase (6) et du dipyre (16) devenu fibreux par altération.

2° *Transformation en mica.* — Cette altération est assez fréquente;

le dipyre est le plus souvent complètement transformé en un agrégat cryptocristallin de fines paillettes micacées très biréfringentes ; l'altération se propage souvent le long des clivages. Le minéral devient tendre, très difficilement fusible au chalumeau sur les bords.

C'est probablement à ce mode d'altération qu'il y a lieu de rapporter l'analyse suivante faite par M. Pisani sur les cristaux (dits couseranite), de Pouzac (voir Dx., *op. cit.*, I, p. 234).

SiO^2........	58,33
Al^2O^3.......	20,20
FeO........	1,90
MgO	7,20
CaO........	0,99
K^2O........	8,82
Na^2O.......	0,76
H^2O........	2,35
	100,55

3° *Transformation en leuchtenbergite.* — La pseudomorphose s'effectue de la même façon que la précédente, mais les lames de la leuchtenbergite sont de plus grande taille et il est facile de déterminer toutes leurs propriétés optiques (voir tome I). Ce mode d'altération est fréquent à Libarrenx, Pouzac, etc. La formation de leuchtenbergite est souvent accompagnée de celle de calcite.

4° *Calcification et quartzification.* — Fréquemment les cristaux de dipyre sont transformés en calcite cryptocristalline, accompagnée ou non de quartz. Les plus beaux exemples de ce genre d'altération s'observent à Gerde, dont les cristaux de 1^{cm} se dissolvent presque complètement avec effervescence dans les acides en laissant un résidu pulvérulent dans lequel n'existe souvent plus trace du minéral primordial.

5° *Transformation en zéolites.* — Les gisements de dipyre des Pyrénées sont souvent riches en zéolites qui se sont formées à leurs dépens. J'ai pu, du reste, constater le fait d'une façon positive dans l'ophite de Lez où la chabasie et la stilbite forment des géodes dans le dipyre lui-même. Celui-ci montre au microscope l'altération suivant le mode 1 : c'est dans la matière colloïde d'altération que sont logées les zéolites (chabasie et stilbite).

Diagnostic. Le dipyre se distingue des autres wernerites par sa faible biréfringence, du quartz qui l'accompagne souvent par sa biréfringence

plus forte, le signe négatif de son axe optique et enfin par son système cristallin.

Ainsi que l'a fait remarquer déjà M. des Cloizeaux (*op. cit.*, 234), on trouve souvent dans les collections sous le nom de couseranite les minéraux suivants engagés dans des calcaires noirs : 1° cristaux noirs de quartz (Pouzac, pic de Ger près les Eaux-Bonnes) ; 2° hornblende noire (cirque de Troumouse, dans la vallée de Héas) ; 3° orthose noire *m* (110), *p* (001) (vallée de Héas, Seix, cap de Mont, etc.). Il faut y ajouter, en outre, 4° albite noire *m* (110), *t* (110), *p* (000). La forme de ces cristaux ne permet pas cependant de les confondre avec le dipyre.

On a vu en outre (tome I) que M. Charpentier a attribué à l'andalousite (chiastolite) les cristaux de dipyre noir de quelques calcaires de la Haute-Garonne.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

J'ai montré à diverses reprises la diffusion du dipyre dans les gisements les plus variés.

Les Pyrénées sont à ce point de vue fort remarquables en présentant ce minéral en abondance considérable dans toutes ses diverses conditions de gisement. Je l'ai observé :

1° Dans les schistes cristallins et les cipolins qui leur sont associés ;

2° Dans les roches d'âge secondaire métamorphisées au contact des lherzolites et des ophites ;

3° Dans des roches éruptives comme produit secondaire.

1° *Dans les schistes cristallins et les cipolins qui leur sont associés.*

Dans mon mémoire sur les *gneiss à pyroxène et les roches à wernerite*, j'ai fait voir, par de nombreux exemples, l'abondance du dipyre dans les gneiss à pyroxène grenus qui sont souvent associés à des cipolins.

Il existe fréquemment des passages entre ces deux catégories de roches ; ils se produisent par l'intermédiaire de gneiss particulièrement riches en dipyre (*B. S. M.* XII. 83-364. 1889 et *Bull. Sc. nat. de l'Ouest*, I. 173. 1891). Ces gneiss à pyroxène se trouvent en général à la partie supérieure de la série gneissique; ils sont associés à des micaschistes granulitisés et à des roches amphiboliques.

Bretagne. — *Finistère.* Le gneiss pyroxénique à dipyre de Brun-

daonez en Guisseny (*op. cit.*, 134) est rubané, grâce à l'orientation du pyroxène et de l'amphibole. Le dipyre est l'élément blanc dominant ; il est grenu, parfois un peu allongé suivant l'axe vertical et moule une petite quantité d'oligoclase.

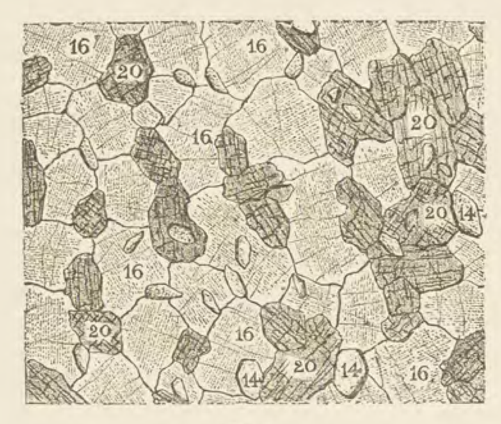


Fig. 3.
Lame mince du gneiss à dipyre de l'Étang près Saint-Nazaire. 16, dipyre avec inclusions ferrugineuses ; 14, sphène ; 20, diopside.

Loire-Inférieure. Les plus importants gisements de gneiss à dipyre que j'ai étudiés se trouvent dans la Loire-Inférieure ; l'un s'observe sur la rive gauche de la Loire, sur la route de Saint-Brévin à Corsept (de petites carrières y ont été ouvertes à Roiloup, au moulin de la Grée).

Les autres se trouvent sur la rive droite de la Loire près de Saint-Nazaire (carrière de l'Étang, à 5 km. 5 N. de cette ville, sur la route de Saint-André-des-Eaux et à 2 km. E. de la ville, et sur la côte de Ville-ès-Martin, un peu avant le fort).

Dans tous ces gisements, les gneiss à dipyre sont des roches d'un gris jaunâtre, compactes, d'apparence souvent homogènes ; elles se brisent facilement quand elles sont riches en dipyre : c'est dans celles-ci que j'ai observé les macles à angle droit de dipyre (fig. 4).

La distribution du pyroxène ou de l'amphibole, suivant des plans parallèles, n'est pas toujours distincte dans la roche fraîche, mais dans les parties altérées on voit toujours l'indication nette du rubanement.

Les roches à grands éléments que l'on trouve dans ces gisements

sont en général des roches exceptionnelles dues à l'action de la granulite sur les gneiss à dipyre.

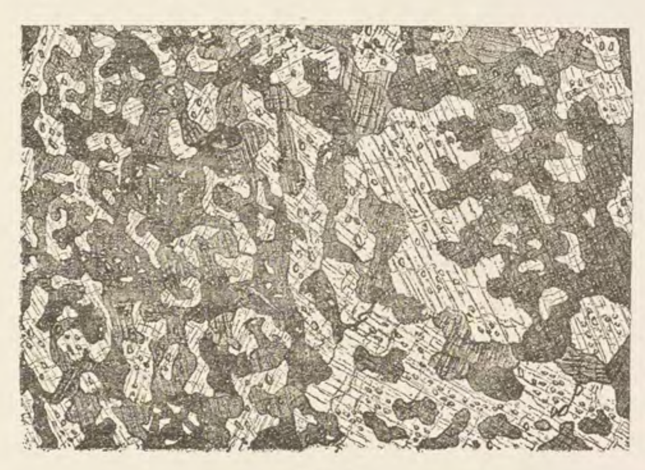


Fig. 4.
Lame mince d'un groupement de dipyre du gneiss à dipyre de Ville-ès-Martin. Les parties éteintes sont croisées à 9° avec celles qui sont éclairées. Le dipyre est groupé en micropegmatites avec lui-même ; il renferme des inclusions de diopside.

Quand le gneiss renferme un peu de calcite, ce dernier minéral est dissous aux affleurements par les eaux atmosphériques et laisse à découvert les minéraux qu'il englobe. Il en résulte de petites géodes dans lesquelles on trouve, mais en cristaux toujours arrondis, les éléments constituants de la roche : dipyre, pyroxène, amphibole, pyrrhotine, sphène, etc.

Le plus souvent, le dipyre est grenu, plus rarement allongé suivant l'axe vertical, mais il ne se présente jamais en cristaux mesurables. Il est parfois associé à des feldspaths (oligoclase, orthose). Il existe tous les passages possibles entre les gneiss à pyroxène riches en dipyre, dépourvus de feldspaths et les gneiss à pyroxène feldspathiques sans dipyre.

Le gisement de Ville-ès-Martin est fort remarquable, car on y voit une alternance de bancs minces de gneiss feuilletés, de cipolins et de gneiss à pyroxène. Les salbandes des cipolins sont constituées par des gneiss grenus à wernerite qui dérivent des cipolins par enrichissement de ces derniers en dipyre et disparition consécutive de la calcite. Dans ces roches de passage, j'ai observé des groupements pegmatoïdes de

dipyre dans dipyre, avec cette particularité que les individus formant la pegmatite sont disposés de telle sorte que l'axe vertical de l'un fait un angle de 90° avec celui de l'autre.

J'ai décrit de remarquables modifications métamorphiques subies par ces gneiss à dipyre au contact de la granulite (*op. cit.*, 117) ; ils deviennent à grands éléments et l'on trouve des plages de dipyre déchiquetées au milieu de grands cristaux néogènes d'oligoclase.

Pyrénées. — *Ariège*. Dans le lit même du ruisseau du Bastard descendant du port de Massat pour rejoindre le ruisseau de Massat au-dessus de l'étang de Lherz, j'ai trouvé du dipyre formant des masses fibreuses qui atteignent la grosseur de la tête et sont parfois mélangées d'amphibole. Ce dipyre se trouve dans des bancs de gneiss amphiboliques intercalés dans des gneiss grenatifères eux-mêmes associés à des lits de granulite. Malheureusement toutes ces roches sont fort altérées et ne sont visibles que dans le ruisseau ; il n'est pas possible dès lors de savoir si le dipyre y est primaire au même titre que celui de la Loire-Inférieure, ou secondaire, formé aux dépens des feldspaths des amphibolites comme au port de Saleix et à l'étang de Lherz, ou enfin formé sous l'influence de la lherzolite qui se trouve à peu de distance et développe du dipyre dans tous les calcaires du voisinage.

Toutes les roches gneissiques du ravin du Bastard sont imprégnées de *chabasie*.

2° *Dans les roches d'âge secondaire métamorphisées au contact des lherzolites et des ophites.*

Pyrénées. — La formation du dipyre est l'une des caractéristiques les plus constantes de l'action de la lherzolite et des ophites sur les calcaires, les marnes calcaires et les grès secondaires des Pyrénées.

J'ai publié deux mémoires sur ces phénomènes de métamorphisme de contact (*Nouvelles Archives du Museum*, VI. 209-308. pl. 5-10. 1894 et *B. C. F.* n° 42. 1-140. 1895), les renseignements qui suivent en sont extraits. Je crois devoir entrer dans des détails circonstanciés à cet égard à cause de l'importance des gisements de ce minéral dans les Pyrénées : des phénomènes de ce genre n'ont du reste pas été trouvés dans d'autres régions.

Les phénomènes de contact de la lherzolite et ceux des ophites présentent entre eux les plus remarquables analogies ; ils ne diffèrent guère les uns des autres que par leur intensité moins grande dans le cas des ophites que dans celui des lherzolites.

En outre du dipyre, on trouve dans tous ces contacts, comme éléments néogènes, de la tourmaline, des micas, de l'albite, des amphiboles, des chlorites, du rutile, du sphène (voir à ces espèces), plus rarement du quartz. Mais dans les sédiments modifiés par la lherzolite ils sont souvent accompagnés d'orthose, de microcline, de feldspaths tricliniques basiques, de pyroxènes. L'albite et la chlorite (leuchtenbergite), sont plus communes dans les contacts d'ophite que dans ceux de lherzolite.

L'existence constante du dipyre aussi bien au contact de la lherzolite qu'à celui de l'ophite rend parfois difficile l'exacte appréciation de la part due à chacune de ces roches dans les phénomènes métamorphiques des régions où elles existent à proximité l'une de l'autre.

Les transformations métamorphiques dues aux ophites peuvent être comparées à celles qui s'effectuent à quelque distance de la lherzolite plutôt qu'à celles que l'on observe au contact immédiat de cette roche. La lherzolite seule, en effet, détermine la formation de roches entièrement silicatées dont la cristallinité rappelle celle des schistes cristallins (schistes micacés, cornéennes, roches amphiboliques), tandis que le plus généralement les schistes micacés de contact de l'ophite sont constitués seulement par des aiguilles de dipyre et d'amphibole englobées dans une masse de mica microcristallin.

En ce qui concerne plus spécialement le dipyre, on le rencontre dans les conditions suivantes :

1° En cristaux allongés suivant l'axe vertical atteignant souvent plusieurs centimètres, ils sont engagés dans des calcaires plus ou moins cristallins ; ils sont blancs si ceux-ci sont blancs; ils concentrent généralement le pigment charbonneux que possèdent souvent les calcaires. On a vu plus haut que ces cristaux de dipyre noirs ont été autrefois considérés comme une espèce spéciale (*couseranite*). Je n'ai à citer que deux gisements dans lesquels ces cristaux de dipyre présentent des sommets distincts. Le plus généralement on n'observe que des faces prismatiques nettes. Les cristaux ont subi de nombreuses déformations mécaniques (voir plus haut)(contact immédiat des ophites et contact à distance des lherzolites).

2° En cristaux allongés suivant l'axe vertical pouvant atteindre plus de 1 centimètre et engagés, avec ou sans actinote, pyrite, dans des schistes cryptocristallins souvent calcifères. Au microscope, on constate que la pâte de ces roches est constituée par un fond de biotite microcristalline renfermant souvent des grains de quartz, des aiguilles de rutile, de tourmaline. L'albite y est plus rare.

Ces schistes sont, en général, peu cohérents, se délayent dans l'eau, ce qui les a fait désigner autrefois sous le nom d'argiles talqueuses. Ils passent aux calcaires par acquisition de calcite (contact immédiat des ophites); ils sont le résultat de la transformation de marnes calcaires.

3° En cristaux globuleux dans les roches entièrement silicatées de contact immédiat de la lherzolite provenant de marnes calcaires. J'ai distingué les types suivants parmi ces roches :

a) *Cornéennes.* — Ce sont des roches très denses blanches, grises,

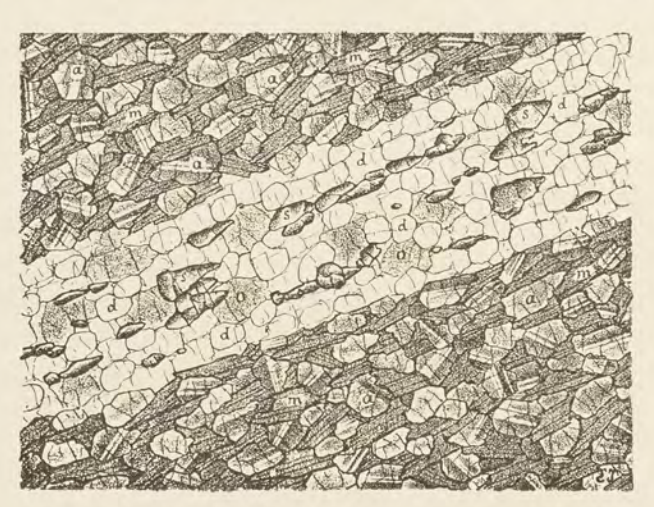


Fig. 5.

Lame mince d'un schiste micacé traversé par un lit mince de cornéenne (Fontête-rouge) : bytownite (*a*), biotite (*m*), dipyre (*d*), orthose (*o*), sphène (*s*). (*Lumière naturelle.*)

noires ou brunes, tantôt à éléments très fins, tantôt à éléments de plusieurs centimètres de plus grande dimension. Par leurs caractères extérieurs, elles rappellent quelques gneiss à dipyre de la Loire-Inférieure. Leurs éléments essentiels sont constitués par le dipyre (qui forme souvent plus de $80\,^{o}/_{0}$ de la roche), des feldspaths (variant de l'orthose à l'anorthite), des pyroxènes, des amphiboles, de la tourmaline, du mica, du

sphène, du rutile. Elles sont fréquemment rubanées par suite de la concentration de leurs éléments colorés dans des lits distincts. Les plus grandes variations existant dans ces cornéennes tiennent à la coexistence de plusieurs de ces minéraux comme élément essentiel ou à l'existence de l'un seulement d'entre eux. Parfois les cornéennes riches en dipyre forment des lits minces au milieu des schistes micacés (fig. 5).

La structure est grenue, mais présente des variations individuelles considérables. Le dipyre est souvent comme spongieux, englobant une quantité considérable de grains de pyroxène, d'amphibole, de tourmaline, des paillettes de mica et présentent tous les types possibles de structure pœcilitique.

b) *Schistes micacés.* — Ces schistes ressemblent parfois à des micaschistes, tant est grande leur cristallinité. Leur minéral caractéristique est la *biotite* ; elle est toujours accompagnée d'un élément blanc, dipyre ou feldspath (orthose, oligoclase-albite, bytownite ou anorthite).

Ils peuvent à l'œil nu être distingués en deux groupes. Dans les *schistes micacés tachetés*, on observe, au milieu de la biotite riche en inclusions de pyroxène et de tourmaline, des taches blanches ayant de

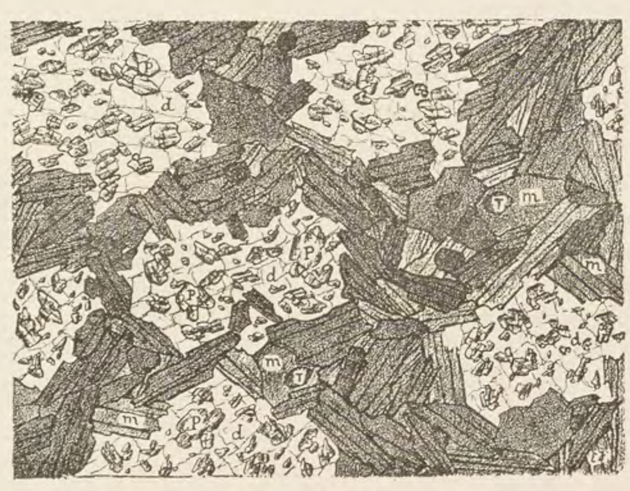


Fig. 6.

Lame mince d'un schiste micacé tacheté à dipyre de la croix de Sainte-Tanoque en Lercoul. — Éponges de dipyre (*d*) englobant du pyroxène (*p*) et moulées par de la biotite (*m*) et de la tourmaline (T). (*Lumière naturelle.*)

1^{mm} à 1^{cm} de diamètre ; elles sont le plus généralement constituées par un globule de dipyre renfermant en inclusions les minéraux précités,

ou plus rarement par un mélange d'anorthite, de pyroxène avec ou sans dipyre.

Dans une autre catégorie de schistes micacés, il n'existe plus de taches blanches, le dipyre ou les feldspaths (variant de l'orthose à l'anorthite avec souvent ces deux types extrêmes intimement associés), ou bien ces minéraux réunis sont régulièrement grenus ou généralement moulés par de la biotite. La structure de beaucoup de ces roches est remarquablement identique à celle des schistes micacés de contact du granite, alors que dans d'autres, elle rappelle celle des micaschistes. Quelques-uns de ces schistes renferment du quartz, de la hornblende.

Ces divers schistes micacés à dipyre alternent avec les cornéennes ; il existe des termes de passage entre ces deux catégories de roches.

c) *Roches amphiboliques.* — Ces roches présentent deux types : l'un a l'aspect d'une diorite, il est formé en grande partie par l'enchevêtrement de longues aiguilles de dipyre et d'actinote. L'autre offre l'apparence d'une amphibolite; mais au microscope, il se montre généralement riche en feldspaths basiques grenus, parfois en dipyre, en calcite et en sphène.

Dans toutes ces roches de contact immédiat de la lherzolite, le pigment charbonneux qui les colorait originellement a disparu ; il n'en est pas de même quand on observe les mêmes roches à quelques mètres de distance de la lherzolite.

Les diverses roches métamorphiques qui viennent d'être énumérées sont parfois traversées par des filonnets de dipyre obliques à la schistosité, plus rarement par des filonnets de quartz renfermant du dipyre, de la muscovite, de la zoïsite, etc. Enfin, leurs fissures sont tapissées de nombreuses zéolites qui seront étudiées plus loin.

4° En cristaux allongés dans des quartzites micacés résultant de la transformation des grès d'âge secondaire au contact des ophites.

Je passerai rapidement en revue les principaux gisements de ces divers types de dipyre.

Basses-Pyrénées[1]. Le dipyre existe au contact des ophites dans les calcaires de la tranchée du chemin de fer qui précède le tunnel de Villefranque, sur la voie de Bayonne à Ossès (avec albite et quartz), sur le bord de la mer, entre Biarritz et Caseville.

1. Les renvois à *op. cit.* sont relatifs à mon mémoire *B. C. F.*, n° 42. 1895. J'y ai fait la bibliographie de la question, sur laquelle je ne reviendrai pas ici.

Le dipyre se rencontre, bien qu'en faible quantité, dans des cornéennes à biotite, pyroxène, sphène, métamorphisées par une syénite augitique au km. 9 de la route d'Arudy à Saint-Christau (marnes calcaires ou flysch cénomanien, d'après MM. Seunes et Beaugey, qui ont décrit ce gisement).

Le gisement de Libarrenx mérite une mention spéciale, car c'est là qu'en 1786, Gillet de Laumont et Lelièvre ont découvert le dipyre. J'ai pu étudier leurs échantillons conservés au Muséum (coll. Gillet de Laumont). Le gisement se rencontre à 2 km. au sud de Mauléon, un peu en avant du moulin de Libarrenx (com. de Gotein-Libarrenx) et dans le lit même du Saison. La zone métamorphisée est actuellement noyée dans le gave.

Le dipyre se trouve : 1° dans un calcaire jaune en cristaux de 2 à 3^{mm}, souvent calcifiés avec phlogopite, leuchtenbergite, pyrite et grands cristaux de quartz; 2° dans des schistes micacés en cristaux hyalins avec faces m (110) et h^1 (100) nettes ou en cristaux globuleux à forme de grains d'orge.

Les pseudomorphoses en leuchtenbergite sont fréquentes. L'analyse donnée plus haut a été faite par Delesse sur le dipyre de ce gisement.

Le dipyre se rencontre aussi, mais rarement dans les calcaires et gypses à quartz, leuchtenbergite, rutile, tourmaline (voir tome I, page 105), etc., des carrières de gypse de Lys.

Hautes-Pyrénées. Le gisement de Pouzac est un des plus célèbres des Pyrénées. La halte de Pouzac est située sur un petit pointement de syénite néphélinique entouré par une ophite. Contre celle-ci vient s'appliquer une épaisse série de couches sédimentaires métamorphisées qui peut être suivie vers le sud sur le chemin de Bagnères-de-Bigorre jusqu'à Montloo, sur près de 1200 mètres. M. Frossard, qui étudie ce gisement depuis plus de 40 ans, a donné la liste détaillée des minéraux que l'on y rencontre (*Bull. Soc. Ramond* 1888).

On peut y distinguer, comme dans les autres contacts d'ophite (*op. cit.* 102), des calcaires à minéraux parmi lesquels domine le dipyre et des schistes micacés à dipyre.

Le dipyre est particulièrement remarquable dans des calcaires blancs marmoréens tachetés de jaune qui se trouvent entre l'ophite et la syénite néphélinique et tout près de cette dernière. Ils renferment de grands cristaux hyalins de dipyre atteignant plusieurs centimètres

parmi lesquels on trouve, bien que rarement, les faces a^1 (101) et b^1 (112) associées aux prismes m (110), h^1 (100) (fig. 7), h^3 ou h^2 (310). Ils sont accompagnés par de l'actinote, de la trémolite, de la phlogopite et de la pyrite. Ce dipyre est toujours intact, mais dans les calcaires jaunes, il est souvent épigénisé par de la calcite ; il y est accompagné par du quartz et des paillettes hexagonales de leuchtenbergite.

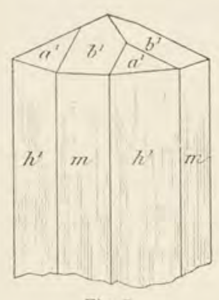


Fig. 7.
Dipyre de Pouzac.

Je ne crois pas que le dipyre existe dans les calcaires renfermant des cristaux d'albite. Près de la maison Amaré se rencontrent des calcaires extrêmement riches en dipyre violacé (ancienne *couseranite*) et en actinote verte ; ces cristaux atteignent 1^{cm} et sont parfois si abondants qu'en s'enchevêtrant ils forment le squelette de la roche qui est remplie par de la calcite grenue associée à de la magnétite, de la biotite et de la tourmaline. L'actinote est postérieure au dipyre.

La disparition de la calcite conduit à des schistes micacés crypto-



Fig. 8.

Lame mince d'un schiste micacé à dipyre de Pouzac. Globules de dipyre (*d*) et d'actinote (A) renfermant des paillettes de biotite et des aiguilles de tourmaline, englobées dans de la biotite (*m*), de la tourmaline et de la calcite. (*Lumière naturelle.*)

cristallins dans lesquels le dipyre et l'actinote forment de grands cristaux porphyroïdes (fig. 8). Fort souvent le dipyre ne forme pas de

cristaux nets comme dans les calcaires, mais constitue des globules ovoïdes rappelant la forme de grains d'orge.

Sur la rive droite de l'Adour, en amont de Bagnères-de-Bigorre, il existe des calcaires à dipyre, à Gerde et à Asté. Les cristaux de Gerde se trouvent en grande abondance dans un calcaire jaune sous forme de longs cristaux quadratiques à arêtes nettes; ils sont totalement calcifiés; il existe aussi des schistes micacés à dipyre dans ce gisement. Des roches analogues existent à Argelès-Debat, dans le lit du Sus, petit affluent de l'Arros; M. Frossard a signalé le dipyre à Ossun (route de Pontacq) où je ne l'ai pas observé moi-même.

Haute-Garonne. Le calcaire marmoréen de Saint-Béat renferme, au Cap de Mont, des cristaux hyalins et incolores de dipyre atteignant 4^{cm} de longueur. Dans la carrière de Rie, j'ai trouvé de petits cristaux également transparents présentant les pointements a^1 (101) souvent arrondis. Dans les calcaires noirs du Cap de Mont, le dipyre est lui-même noir.

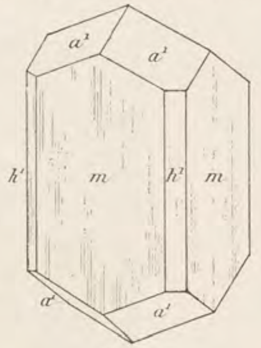


Fig. 9.
Dipyre de Saint-Béat.

Le calcaire de Saint-Béat renferme de très nombreux autres minéraux (trémolite, orthose, albite, tourmaline, mica, quartz, apatite, fluorine, etc.), qui sont étudiés dans cet ouvrage.

Tous les calcaires et grès secondaires des environs de Saint-Béat sont riches en dipyre; il faut faire une mention spéciale pour les calcaires et les grès coupés par la route de Saint-Béat à Boutx, au voisinage de la tour de Lez : ils se trouvent en contact avec l'ophite; j'y ai décrit notamment des cornéennes et des grès micacés tachetés (*op. cit.*, 98). Le dipyre, associé au pyroxène blanc jaunâtre, remplit souvent des fentes de ces roches métamorphiques et forme d'intéressants échantillons de collection sur lesquels M. Gourdon a appelé mon attention. Des roches analogues à celles de cette route se rencontrent à Cierp près Marignac, sur le prolongement de la bande triasique de Lez.

Leymerie (*Géol. de la Haute-Garonne*) a signalé le dipyre dans les calcaires du Ger de Boutx ainsi qu'au contact de l'ophite de Cazaunous; on la trouve aussi à Moncaup, à Arguénos, au voisinage de l'ophite.

Le dipyre est extrêmement abondant dans les calcaires et les schistes

quartzomicacés de la route de Sengouagnet à Portet, au voisinage du tuc d'Ess. A la Coume de Bareille, j'ai recueilli des schistes micacés quartzeux, très durs, ressemblant, à s'y méprendre à l'œil nu, aux cornéennes à andalousite de contact du granite. Sur les surfaces exposées à l'air, le dipyre forme de petites masses verruqueuses globulaires. Au contact immédiat de la lherzolite du tuc d'Ess, les calcaires liasiques des métairies du Tou sont profondément métamorphisés; on y trouve (*op. cit.*, 80), les calcaires à minéraux, les schistes micacés (fig. 10) (souvent quartzifères), les cornéennes et les roches amphiboliques énumérées plus haut. Le dipyre est extrêmement abondant et forme souvent, dans ces roches métamorphiques, des filonnets obliques à leur schistosité.

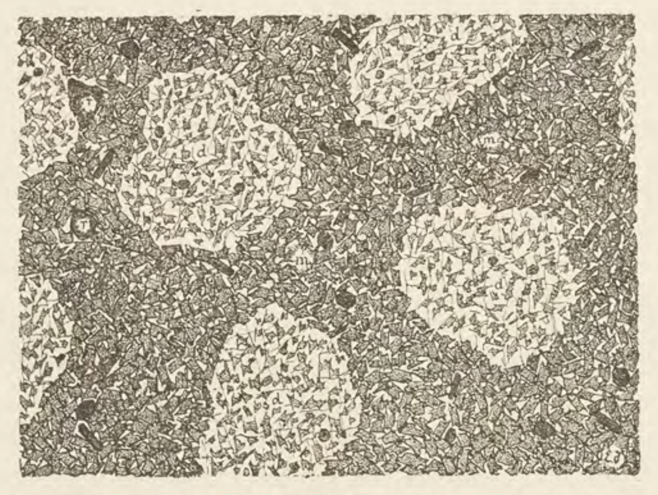


Fig. 10.

Lame mince d'un schiste micacé tacheté du Tou. Tache de dipyre (d), riche en paillettes de biotite (m) et en cristaux de tourmaline (t) qui constituent avec du quartz le fond de la roche. (*Lumière naturelle.*)

Les calcaires jurassiques des environs de Portet d'Aspet (route du col de Portet, de Saint-Lary, col de Balagué, etc.), sont extrêmement riches en dipyre blanc ou noir (suivant les couleurs du calcaire qui les renferme), parfois associé à de la trémolite, du mica, de la pyrite, etc. Ces gisements étaient connus de J. de Charpentier et de Leymerie.

Ariège. Les calcaires à dipyre de Saint-Lary sont le prolongement de ceux de Portet. Les environs d'Engoumer, sur le bord du Lez,

entre Saint-Girons et Castillon, ont été signalés par de Charpentier comme riches en dipyre. Ce minéral se rencontre dans les mêmes conditions et les mêmes gangues qu'à Libarrenx.

Les schistes micacés à dipyre de Loutrein (ou Lottringen) et ceux de la forge d'Engoumer ne se trouvent plus guère que dans les vieilles collections et ce n'est que dans les calcaires que l'on peut actuellement trouver le dipyre. Le même minéral existe dans tous les calcaires liasiques de cette région au voisinage des ophites, M. Caralp les a notamment signalés (*Ét. géol. sur les Pyrénées Centrales*. 279. 1888) à Cescau près Castillon, et dans la vallée de Betmale, à Ourjou, Aulignac-en-Bordes-sur Lez.

J'ai découvert récemment à la ferme de Coumes en Audressein et à la butte de Castera près Castillon, sur le versant regardant Cescau, des lherzolites serpentinisées, associées aux ophites et modifiant d'une façon intense les marnes liasiques qui sont transformées en divers types de cornéennes et de roches amphiboliques à grands éléments de dipyre : plus loin du contact, ces masses se transforment en schistes micacés noduleux, en schistes tachetés de moins en moins cristallins. De magnifiques échantillons de calcaires cristallins riches en cristaux hyalins ou rosés de dipyre, accompagnés de pyrite, d'actinote, etc., se trouvent au tuc de Coumes, à Salsein, etc.

Le dipyre (noir et blanc) abonde dans les calcaires jurassiques au voisinage de l'ophite qui se trouve entre Seix et Sentenac (rive g. du Salat). C'est aux environs de Seix, à environ 2 km. au sud de ce village et au-dessus du chemin qui conduit au pont de la Taule, que J. de Charpentier a trouvé, pour la première fois, les cristaux noirs de dipyre qu'il prit pour une espèce spéciale et décrivit sous le nom de couseranite (*Ess. géogr. sur les Pyrénées*. 226). Cette indication géographique a été inexactement rapportée par les auteurs qui ont suivi J. de Charpentier et qui indiquent le dipyre au pont de la Taule ; celui-ci est construit sur les calcaires griottes paléozoïques qui ne renferment pas de dipyre, minéral exclusivement cantonné dans les calcaires secondaires.

Les beaux cristaux de dipyre se rencontrent particulièrement aux environs de Seix dans les rochers calcaires qui bordent la route du pont de La Quorre (beaux cristaux hyalins et groupés en gerbes atteignant un décimètre de longueur). Entre cette route et Sentenac,

de superbes cristaux noirs se trouvent dans les calcaires noirs du hameau de Bouche. J'ai recueilli des cornéennes et des roches amphiboliques à très grands éléments de dipyre en Bleychen, sous Sentenac, au hameau de la Soumères, etc.

La bande calcaire allant de Seix à Aulus renferme du dipyre ; il a été notamment signalé au pic de Géoux (picou de Geux), au col de la Trappe. Il abonde à la porte d'Aulus dans toutes les montagnes calcaires qui dominent la route au nord ; il y est souvent associé à de la trémolite.

On le trouve dans la même zone calcaire depuis Aulus jusqu'au delà du port de Saleix. Dans ce dernier gisement, la zone à dipyre se trouve dans les assises des calcaires du lias moyen, intercalées entre la brèche du lias inférieur qui repose sur le gneiss et la brèche blanche du jurassique supérieur (*op. cit.*, 75). Il forme de grands cristaux noirs qui, avec ceux de la région de Lherz dont il sera question plus loin, sont les plus gros qui existent dans les Pyrénées ; ils atteignent 4^{cm} de longueur. Les faces *m* (110) et h^1 (100) seules sont nettes. Ces cristaux sont surtout engagés dans un calcaire noir et ils sont eux-mêmes extrêmement riches en pigment charbonneux. Ils sont parfois associés à des débris de fossiles (*bélemnites*, *pecten*, *æquivalvis*, moules acéphales, etc.). Le dipyre est associé à la tourmaline et à quelques paillettes de mica. Ce gisement de dipyre était connu de J. de Charpentier et de Dufrénoy, qui citent ces cristaux noirs comme type de leur couseranite.

Il existe aussi au port de Saleix des calcaires extrêmement riches en matière charbonneuse et en grains ovoïdes de dipyre qui doivent leur forme arrondie à des déformations mécaniques.

Intercalés au milieu de ces calcaires, se trouvent des schistes et des quartzites micacés, riches en matière charbonneuse, qui contiennent du dipyre globulaire ; ils sont coupés par des filonnets[1] minces de quartz renfermant du *dipyre*, de l'actinote, de la muscovite. A leur contact, les schistes sont plus cristallins et la matière charbonneuse est transformée en graphite.

1. Les fissures de ces schistes sont aussi parfois tapissées de cristaux de zoïsite blanc de lait, atteignant 5^{mm} de longueur ; ils présentent les faces *m* (110) et un clinodome arrondi. C'est un nouveau genre de gisement de zoïsite à ajouter à ceux qui ont été cités page 133 du tome I.

Ces roches à dipyre se prolongent à l'est, dans la direction de Vicdessos, sur la rive gauche du ruisseau de Saleix. J'ai montré que le dipyre de tous les gisements de la zone calcaire, située entre Aulus et le port de Saleix, était en relation avec les importants massifs de lherzolite qui se trouvent sur le flanc nord de cette région montagneuse (étang de Lherz ; ravins de la Plagnole, de l'Homme-Mort et de Lherz débouchant dans le ravin du Bastard; enfin près du port de Massat, rochers de Bernadouze, de l'Escourgeat et divers autres points de la forêt de Freychinède sur la rive droite du ruisseau de Suc).

Les plus gros cristaux de dipyre de cette zone se trouvent dans les calcaires liasiques noirs sur le sentier allant du col d'Eret à l'étang de Lherz (et tout près du contact des calcaires jurassiques et des schistes cristallins), ainsi qu'à la montée du port de Massat, entre la tourbière de Bernadouze et le port (côté sud du port). Ils atteignent 4^{cm} de longueur; les faces de la zone verticale sont particulièrement nettes.

Au voisinage immédiat du massif lherzolitique de l'étang de Lherz, des fragments de calcaire à dipyre se trouvent dans la brèche du jurassique supérieur dans le ravin d'Artigous.

Au contact de la lherzolite, dans les ravins de la Plagnole (pic de la Fontête rouge), de l'Homme-Mort, j'ai décrit (*op. cit.*, 63) une grande variété de roches à dipyre (schistes micacés non tachetés et parfois amphiboliques, cornéennes souvent feldspathiques, roches amphiboliques et enfin calcaires à minéraux). Dans les contacts de l'Escourgeat et de la forêt de Freychinède, les roches dominantes sont des schistes tachetés à dipyre, des roches amphiboliques feldspathiques, et enfin tous les types de cornéennes à dipyre. A l'Escourgeat, j'ai trouvé des blocs de dipyre fibreux atteignant la grosseur du poing.

Aux environs immédiats de Vicdessos, le dipyre abonde dans les calcaires liasiques en cristaux allongés, associés à de la trémolite. Dans le ravin de Nadaliss et particulièrement au pic del Picouder, au nord du bourg, on peut recueillir de forts beaux échantillons de ce minéral; il s'y trouve en cristaux d'un blanc de lait [m (110), h^1 (100)] remarquablement nets et atteignant 1^{cm} de longueur; ils font saillie sur les surfaces exposées à l'air et sont parfois extraordinairement abondants. Ils sont accompagnés de biotite et d'amphibole verte, de sphène, de quartz, etc. Dans un de mes échantillons, chaque cristal de dipyre renferme des inclusions de grenat, minéral excessivement rare dans les contacts de lherzolite.

Dans ces deux gisements, j'ai observé des roches entièrement silicatées, riches en dipyre (schistes micacés quartzifères, cornéennes, roches amphiboliques). Il y a lieu de faire, parmi celles-ci, une mention spéciale pour une roche composée de longs cristaux de dipyre et d'amphibole vert foncé rappelant les ophites dipyrisées qui sont étudiées dans le chapitre suivant.

Un autre gisement fort remarquable est celui que j'ai découvert dans la même région à la Croix de Sainte-Tanoque, au N.-O. de Lercoul. Des calcaires à dipyre, pyroxène, mica, alternent avec des schistes micacés tachetés à dipyre ou à feldspath, et avec des cornéennes à dipyre. Ce dernier minéral se rencontre, du reste, sporadiquement dans les calcaires entre Sem (mine de Rancié) et Lercoul.

Sur la rive droite de l'Ariège, il existe de nombreux gisements de dipyre. Le plus septentrional est celui d'Arnave. Dans les carrières de gypse à l'entrée du village ainsi que sur la route de Cazenave (jusqu'au tournant de la route avant d'arriver au Castelet) et près de la chapelle Saint-Paul, les calcaires du trias sont riches en dipyre, associé à de l'actinote et de la leuchtenbergite. Sur la route de Cazenave, j'ai recueilli, dans des calcaires jaunes, des cristaux de dipyre ayant plus de 6^{cm} de longueur sur 1^{cm} de largeur; ils sont toujours plus ou moins transformés en calcite et en leuchtenbergite et parfois associés à de l'actinote.

Des calcaires blanc rosé, intercalés dans le gypse d'Arnave, m'ont fourni de jolis cristaux transparents, blanc verdâtre, de dipyre associés à du mica, à des cristaux d'albite accolés sur ceux de dipyre, etc.

Enfin, ces mêmes carrières d'Arnave renferment des schistes micacés à dipyre et amphibole offrant la plus grande analogie avec les roches similaires de Pouzac.

Toutes les roches métamorphiques de ce gisement sont en relation avec une ophite.

Entre le massif de schistes cristallins du pic Saint-Barthélemy et l'Ariège, se trouve une chaîne de calcaires secondaires du même âge que celle de Vicdessos, Lherz, Aulus, Seix, qui a été passée en revue plus haut; le dipyre y abonde partout où il existe à proximité des ophites et des lherzolites.

Les coteaux calcaires situés à la limite des communes de Lordat et de Vernaux m'ont fourni non seulement de nombreux exemples de

calcaires blancs à beaux cristaux de dipyre, mais encore une très nombreuse série de schistes micacés tachetés, de cornéennes et de roches amphiboliques à dipyre. Dans ce gisement, les roches métamorphiques sont très souvent traversées de veinules de dipyre grenu atteignant plus d'un centimètre d'épaisseur.

Plus au sud-est, dans le ravin du bois du Fajou près Caussou, se trouve un remarquable contact de lherzolite et de calcaire liasique (*op. cit.*, 45) offrant tous les types de roches métamorphiques décrits plus haut et particulièrement les *schistes tachetés à dipyre*, des roches amphiboliques et une très grande variété de cornéennes à dipyre et à feldspath.

La bande calcaire que nous venons de suivre s'infléchit vers l'est pour gagner le département de l'Aude ; aux environs de Prades, les calcaires à dipyre abondent, mais ce minéral ne s'y présente pas en très grands cristaux. De même, les roches entièrement silicatées à dipyre y sont moins développées que dans les autres gisements de l'Ariège. Le dipyre s'y observe souvent en filonnets ou en nodules associés à du pyroxène, du quartz, de la prehnite.

Aude. Ces mêmes calcaires à dipyre se trouvent sur la route de Prades à Belcaire et particulièrement aux environs de Camurac; je ne les ai pas suivis plus loin.

Pyrénées-Orientales. Je cite comme document le dipyre des calcaires de la vallée de l'Agly; je ne l'y ai pas retrouvé. Durocher considère ces calcaires comme crétacés et métamorphisés par le granite (*A. M.* VI. 82. 1844). J'ai montré (*B. C. F.* n° 53. 1896) que cette opinion est inexacte, le granite des environs de Saint-Paul de Fenouillet se trouvant en galet dans le trias.

Algérie. — Il existe en Algérie beaucoup de pointements ophitiques associés à des gypses et à des calcaires renfermant, d'après MM. Curie et Flamand (*Les roches éruptives d'Algérie*, 1890), des minéraux qui offrent une grande analogie avec ceux se trouvant dans les Pyrénées dans de semblables conditions : dipyre, tourmaline, albite, pyrite, etc. (Aïn Nouissy, env. de Dublineau). Je n'ai personnellement pas eu l'occasion de voir le dipyre de ces gisements qui n'a fait, jusqu'à présent, l'objet d'aucun travail détaillé.

D'après ces deux géologues, la roche à dipyre et amphibole décrite page 231 ne serait pas une ophite dipyrisée, mais une marne calcaire

métamorphisée. L'étude minéralogique des échantillons que j'ai étudiés ne permet pas de trancher définitivement la question.

3° *Dans les roches éruptives, comme produit secondaire.*

Le dipyre qui abonde dans les roches métamorphiques des Pyrénées au contact de la lherzolite est très fréquent aussi dans les roches éruptives, mais toujours comme élément secondaire.

a) *Dans les ophites et d'autres roches feldspathiques basiques.*

Dans ces roches, le dipyre se produit aux dépens des feldspaths tricliniques suivant un mode, toujours le même, que j'ai étudié en détail (*B. S. M.* XIV. 16. pl. I. 1891).

Les ophites sont constituées, on le sait, par un assemblage holocristallin de feldspath triclinique (oligoclase et plus fréquemment labrador) et de pyroxène, possédant la structure ophitique. Généralement le pyroxène est plus ou moins complètement transformé en amphibole par ouralitisation. Les ophites dipyrisées sont de couleur plus claire que les ophites intactes, l'amphibole est verte, l'élément blanc, d'un blanc de lait.

Quand la dipyrisation commence, on voit, au microscope, se former sur les bords des cristaux feldspathiques de minces filets de dipyre qui, peu à peu, gagnent toutes les cassures du minéral, forment au milieu de lui des plages vermiculées et enfin l'épigénisent complètement (voir page 45, fig. 34).

Un caractère remarquable de cette transformation est de donner lieu à des cristaux de dipyre ayant de grandes dimensions, cristaux formés aux dépens d'un très grand nombre de petites plages feldspathiques. Il en résulte que la roche transformée possède une cristallinité plus élevée que la roche intacte.

La structure initiale reste souvent très distincte, mais souvent aussi les cristaux de pyroxène, au lieu de conserver leurs formes, se déforment en s'ouralitisant et alors la roche altérée possède une structure différente de celle de l'ophite intacte ; dans celle-ci l'élément coloré moulait l'élément blanc, tandis que dans la roche transformée, c'est celui-ci qui englobe le pyroxène. Les roches de ce genre présentent une grande analogie avec certaines roches amphiboliques de contact de la lherzolite, et, dans quelques gisements pyrénéens dont la

situation stratigraphique n'est pas nette, je n'ai pu trancher avec certitude la question de l'origine de ces dernières.

La transformation du feldspath en dipyre me paraît être un phénomène d'altération comparable à la zéolitisation. Le dipyre ne doit pas être considéré, selon moi, comme un produit de dynamométamorphisme. On l'observe, en effet, aussi bien dans les régions pyrénéennes très plissées que dans la plaine, dans des roches extrêmement écrasées et dans celles qui ne présentent aucune trace d'actions mécaniques.

La dipyrisation a dû commencer à une époque relativement ancienne, car j'ai observé des échantillons dans lesquels le dipyre avait certainement subi les mêmes phénomènes d'écrasement que les éléments normaux de la roche; dans d'autres cas, le feldspath écrasé (structure en mortier) est épigénisé par du dipyre qui est évidemment postérieur aux déformations mécaniques de la roche, qu'il tend à masquer. Mais, d'autre part, il me paraît évident que ce phénomène de dipyrisation se poursuit encore de nos jours et qu'il est dû à une altération superficielle : cette opinion reçoit sa démonstration par les faits suivants que j'ai constatés dans de nombreux gisements (Pouzac, Lez, sur la route de Saint-Béat à Boutx, Casteret près Castillon).

Dans une masse d'ophite, la dipyrisation est irrégulière, elle se propage suivant les diaclases de la roche et gagne de proche en proche comme par imbibition; de plus, la dipyrisation est superficielle, elle disparaît souvent à quelques mètres de la surface et atteint son maximum d'intensité aux affleurements immédiats. J'ai pu constater très nettement ce fait à Lez, où, lors de la rectification d'une route, la roche presque intacte a été mise à découvert, après élimination d'une zone très dipyrisée. Dans celle-ci, le dipyre est intimement associé à des zéolites (stilbite et surtout chabasie) qui lui sont postérieures et se sont sans doute formées à ses dépens.

Dans quelques gisements, le dipyre fibreux forme dans l'ophite de véritables filonnets de plusieurs centimètres d'épaisseur.

Pyrénées. — Les phénomènes que je viens de décrire s'observent dans deux catégories de roches pyrénéennes.

1° Dans les ophites. Je ne citerai que quelques exemples caractéristiques;

2° Dans des diabases à hornblende brune associées à des gneiss et dans des gneiss amphiboliques.

Hautes-Pyrénées. L'ophite de Pouzac mérite une mention tout à fait spéciale à cause de l'intensité de sa dipyrisation.

Haute-Garonne. La diabase à hornblende brune d'Eup près Saint-Béat est très riche en dipyre où ce minéral a été signalé par M. Rosenbusch (*Mikros. Physiogr*. IX. 212. 1887)[1]. Dans les échantillons que j'ai recueillis, le dipyre en grands cristaux souvent altérés prend une structure fibreuse qui donne au minéral examiné entre les nicols croisés l'apparence d'un feldspath triclinique.

L'ophite de Portet d'Aspet et celle de plusieurs des gisements de la Vallongue sont également dipyrisées. Il en est de même des diorites schisteuses qui percent en filons minces la lherzolite du Tou en Coulédoux.

Ariège. Les ophites de Castillon, d'Aleu, d'Aulus (entre le village et le port de Saleix, etc.) sont souvent complètement dipyrisées.

Au Castera de Castillon, on peut suivre avec la plus grande netteté dans de petites carrières la marche suivie par la dipyrisation, cheminant dans la roche le long des diaclases. Dans l'ophite de Bordes-sur-Lez (sur la route), j'ai trouvé un filonnet de dipyre fibreux mélangé à de la calcite atteignant 3^{cm} d'épaisseur.

La diabase à hornblende du port de Saleix (versant Est) m'a fourni l'occasion du travail précité sur la transformation du feldspath en dipyre. C'est une roche à grands éléments dans laquelle on trouve des plages de dipyre atteignant 1^{cm} de plus grande dimension.

Les ophites de la forêt de Freychinède (vallée de Suc) sont presque totalement dipyrisées. Près de l'Escourgeat, j'ai recueilli des masses de dipyre fibreux blanc ayant la grosseur du poing et qui proviennent probablement de filonnets analogues à ceux de Bordes

Les gneiss amphiboliques recouverts par les calcaires jurassiques

1. M. Rosenbusch cite les localités de Garraux, Bézius, Eup et Saint-Lary (*Haute-Garonne*) ; les trois premières se confondent, la roche en question se trouvant à la limite des communes d'Eup et de Bezins-Garraux. Je ne connais pas de roche éruptive à Saint-Lary (*Haute-Garonne*). Les plus voisines de Saint-Lary (*Ariège*) sont les ophites de Portet d'Aspet (*Haute-Garonne*). Le même savant signale comme possible un passage entre ces diabases et les ophites par l'intermédiaire de la roche du pic Saint-Mont ; il s'agit probablement ici du cap de Mont auquel est adossée la diabase d'Eup, mais alors les deux gisements n'en font plus qu'un seul.

de l'étang de Lherz (sur le sentier de l'étang au col d'Eret) sont riches en dipyre secondaire. J'ai parlé, page 214 du dipyre des gneiss du ravin du Bastard, qui a peut-être la même origine.

Algérie. — *Alger et Oran*. Les ophites sont nombreuses en Algérie; je n'ai pas eu l'occasion d'en étudier d'échantillons, mais M. Delage m'a remis des fragments d'une roche grenue essentiellement composée de dipyre et d'amphibole qu'il a découverte à l'Arba et décrite (le Sahel d'Alger. Montpellier, p. 153) sous le nom de diorite à wernerite. J'ai moi-même décrit cette roche (*B. S. M.* XII. 167. 1889) en la considérant comme une roche éruptive dipyrisée (*Id.* XIV. 22. 1891). On a vu plus haut que MM. Curie et Flamand la regardent comme une roche métamorphique. L'étude des roches de contact décrites plus haut m'a rendu moins affirmatif et je ne crois pas pouvoir trancher définitivement la question de l'origine de cette roche. Cependant la seconde opinion qui vient d'être formulée paraît renforcée par la découverte que vient de faire M. Gentil à Letourneux, à l'Oued Boumann (*Alger*) et à Noïsy-les-Bains (*Oran*), de véritables diorites feldspathiques en relation avec des ophites et dans lesquelles les feldspaths tricliniques (andésines, labradors) se transforment en dipyre, suivant le mode habituel.

b) *Dans la lherzolite.*

Pyrénées. — *Ariège*. Je n'ai trouvé que dans l'Ariège le dipyre au milieu des lherzolites (*op. cit.*, 26). Il y remplit des diaclases d'une épaisseur variant de moins de 1^{mm} à 1^{cm} (étang de Lherz, Fontête rouge, ravin de l'Homme-Mort, etc.). Le dipyre englobe de l'amphibole verte en cristaux nets ou en groupements dentelliformes appliqués contre les parois de la fissure; ils sont formés aux dépens de tous les éléments de la lherzolite.

La présence du dipyre dans de telles conditions implique un apport riche en alcalis; il est probable par suite que la formation de ces filonnets a été consécutive de l'intrusion de la lherzolite et qu'elle est le résultat d'une action de fumerolles, le dipyre étant le minéral le plus développé dans les assises sédimentaires au contact de cette roche éruptive.

SCAPOLITE

Diagnostic. Le caractère différentiel du dipyre et de la scapolite réside dans la biréfringence plus grande de cette dernière.

$n_g - n_p$ = 0,024 à 0,025 (Mercus et Arignac).
0,028 (Cazenave).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La scapolite se rencontre en France dans les gisements suivants :
1° Dans les gneiss à pyroxène et les cipolins qui leur sont associés ;
2° Dans les enclaves calcaires des roches volcaniques.

1° *Dans les gneiss à pyroxène et les cipolins.*

Pyrénées. — *Ariège.* Je n'ai trouvé (*B. C. F.* n° 11. 1890) la scapolite que dans quelques cipolins de l'Ariège ainsi que dans les gneiss à pyroxène qui leur sont associés.

La scapolite est rare en cristaux microscopiques dans les cipolins d'Arignac et de Mercus. A Mercus, j'ai observé des gneiss grenus à scapolite dans lesquels ce minéral constitue les 3/4 de la roche. Tantôt celle-ci est formée de scapolite, de pyroxène, d'amphibole, de quartz, tantôt, au contraire, la scapolite est remplacée par de l'oligoclase ou du labrador. Ces roches rappellent les gneiss pyroxéniques du Waldviertel, elles passent aux cipolins : dans ceux-ci la scapolite est prismatique.

Sur la route d'Arnave à Cazenave (à mi-chemin de ces deux villages) et au N.-E. du dernier, j'ai trouvé au milieu des gneiss des bancs de cipolins à graphite, scapolite, pyroxène, oligoclase dont les salblandes sont constituées par des gneiss pyroxéniques très riches en scapolite. Les gneiss présentent des tras de puissantes actions mécaniques.

A la montée du lac Naguille, les géodes de diopside renferment rarement des baguettes *m* (110), h^1 (100) de scapolite blanche atteignant 3 centimètres, suivant l'axe vertical.

Madagascar. — Parmi les roches intercalées dans les gneiss recueillies par M. E. Gautier au col d'Helakelaka au N.-O. du fort Dauphin se trouvent des cipolins et des gneiss à pyroxène riches en scapolite, wollastonite et pyroxène ; ces minéraux sont englobés par

de l'orthose sodique. Je n'ai rencontré dans aucun autre gisement ce type de roche à scapolite et à wollastonite sans grenat.

2° *Dans les enclaves calcaires des roches volcaniques.*

Vosges. — J'ai observé (*Les encl. des roches volc.* 152. 1893) la scapolite comme élément microscopique des cornéennes produites par la transformation d'enclaves calcaires de la néphélinite d'Essey-la-Côte. Elle moule de la wollastonite, de l'anorthite et du pyroxène.

Gisements de nature incertaine.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* J. de Charpentier (*op. cit.*, 135) a signalé, d'après Picot de Lapeyrouse, la scapolite dans les montagnes granitiques d'Aiguecluse (gorge latérale de la vallée du Bastan, au sud-est de Barèges. Le minéral en baguettes divergentes m (110), h^1 (100) de 4^{cm} de longueur est entièrement transformé en micas cryptocristallins (échantillon communiqué par M. Caralp). La scapolite a été aussi signalée aux environs de Luchon dans les roches de contact du granite ou de la granulite (Juzet, Montauban, etc.) : les échantillons que j'ai étudiés se rapportent à la wollastonite ou au diopside.

SPHÈNE

$Ca\ Ti\ Si\ O^5$

Monoclinique : $mm = 113°31'$ (Dx).

$b : h = 1000 : 681{,}902 \quad D = 798{,}207 \quad d = 602.384$

Angle plan de $p = 105°55'\ 6''$

— de $m = 107°22'27''$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c : = 0{,}75450 : 1 : 0{,}85429 \\ zx = 60°17' \end{array}\right]$$

Formes observées. p (001) ; m (110), h^1 (100) ; o^2 (102), $a^{2/5}$ ($\bar{5}$02), $e^{1/2}$ (021) ; d^1 (112), $d^{1/2}$ (111), $d^{3/16}$ (883), $b^{10/3}$ ($\bar{3}$.3.20), b^1 ($\bar{1}$12), $b^{1/2}$ ($\bar{1}$11) ; $u = (b^1\ d^{1/2}\ g^1)$ ($\bar{1}$21).

Macles. Macle suivant h^1 fréquente, donnant aux cristaux groupés une apparence hémimorphe. Sur aucun cristal français, je n'ai observé la macle suivant p (001), ni celle suivant $b^{1/4}$ ($\bar{2}$21) (fréquente dans la *greenovite* et la *lédérite*) qui est généralement accompagnée de plans de séparation parallèles à cette face.

Les abréviations M. T. Lx. correspondent aux mesures respectivement prises par Marignac sur les cristaux de Talèfre, par M. Termier sur le sphène du lac Lovitel, et par moi-même sur les cristaux de sphène de Maronne des Puits et de Saint-Brévin.

	Angles calculés	Angles mesurés
$^{*}m\,m$	113°31′	113°30′ M
		34′(Lx.) 114°2′(T)
$m h^1$	146°45′	146°48′ (Lx.)
$p\,o^2$	159° 0′	160°10′ 159°44′ (P.)
$^{*}h_1 o^2$	140°43′	140°47′ (Lx.)
$p h_1 h^1$ (ant)	119°43′	119°40′ (Lx.)
$h\,a^{2/5}$	159°35′	159°34′ (Lx.)
$p\,e^{1/2}$	123°59′	
$e^{1/2}\,e^{1/2}$	67°58′	67°52 (M)
$p\,d^1$	154°19′	154°19′
$p\,d^{1/2}$	141°44′	141°40′ (Lx) 142°15′ (T)
$p\,d^{3/16}$	127°15′	127°14′ (T)
$d^{1/2}\,m$	152°46′	152°45′ (Lx.) 153° (T)
$p\,m$ (ant.)	114°30′	114°28′ (Lx.)
$p\,b^1$ (adj.)	139°26′	139° (T)
$b^1\,m$ (adj.)	106°4′	

	Angles calculés	Angles mesurés
$p\,b^{10/13}$	168°36′	168°12′ (T)
$p\,b^{1/2}$ (adj.)	109°37′	109°30′ (Lx.)
$b^{1/2}\,m$ (adj.)	135°53′	136° 1′ (Lx.)
$b^{1/2}\,d^{1/2}$ sur m	108°39′	108°51′ (Lx.)
$p\mu$ (post.)	120°36′	
$p\,g^2$	77°1′	
$h^1\,d^1$ (adj.)	138°21′	
$h^1\,b^1$ (adj.)	94°15′	95°13′
$h^1\,d^{1/2}$ (adj.)	144°56′	145° (T)
$h^1\,b^{1/2}$ (adj.)	119°7′	
$d^{1/2}\,b^{1/2}$	95°57′	
$m\,o^2$ (adj.)	130°21′	131° (M)
$o^2 d^{1/2}$ (adj.)	155°31′	155°25′ (M)
$o^2\,e^{1/2}$ (adj.)	121°27′	121°30′ (M)
$o^2\,\mu$ (adj.)	110°31′	
$o^2 b^1$ (adj.)	121°33′	121°40′ (M)
		35′ (Lx.)

	Angles calculés	Angles mesurés
$e^{1/2}\,m$ (ant.)	133°20′	
$\mu\,m$ (ant.)	112°58′	
$e^{1/2}\,h^1$ (ant.)	106°5	
$d^{1/2}\,d^{1/2}$ sur o^1	136°12′	136°10′ (T) (Lx.)
$b^{1/2} b^{1/2}$ sur a^1	110°51′	111° (Lx.)
$g^1\,b^1$ (adj.)	113°4′	
$b^1\,b^1$ (adj.)	133°52′	133°55′
$g^1\,\mu$	141°56′30″	
$\mu\,\mu$ sur b^1	76° 7′	
$\mu\,b^1$	151° 7′	
$e^{1/2}\,m$ ant.	133°20′	
$\mu\,m$ ant.	112°58′	
$b^{1/2}\,m$ ant.	84°30′	
$b^{1/2}\,\mu$ ant.	151°32′	
$b^{1/2}\,e^{1/2}$	131°10′	
	macle suivant h^1	
$d^{1/2}\,d^{1/2}$	70°8′	70°15′ (Lx.)

Faciès des cristaux. Les faces h^1 (100) et b^1 ($\bar{1}12$) sont cannelées parallèlement à leur intersection avec m (110). Les faces $e^{1/2}$ (021) sont striées parallèlement à leur intersection avec p (001), $d^{1/2}$ (111) et $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) : o^2 est très souvent arrondie et présente des oscillations avec $o^{5/2}$ (205) et $o^{12/5}$ (5.0.12) (Dx.) ; p est parfois ondulée.

Le faciès des cristaux de sphène est très variable, ainsi s'expliquent les nombreux noms spéciaux qui ont été donnés aux variétés de ce minéral. Dans les gisements qui seront décrits plus loin, les cristaux peuvent être rapportés aux types suivants :

Type I. Les cristaux présentent les faces $d^1/^2\,d^1/^2$ très développées ; ils ont la forme de petites tables rectangulaires formées par les faces $d^1/^2$, p, h^1 m, avec ou sans o^2 (fig. 11 à 13) ; parfois les cristaux sont plus ou moins allongés suivant une arête $d^{1/2}$ $d^{1/2}$. C'est la forme dominante dans les granites, les granulites, les gneiss, etc.

Type II. Les cristaux sont (granite, gneiss, diorites, syénites néphéliniques) allongés suivant l'axe vertical (fig. 17). Plus rarement (enclaves de roches volcaniques, syénite néphélinique, etc.), ils sont filiformes suivant l'axe vertical (fig. 20).

Type III. Les formes dominantes sont $d^{1/2}$ et m, les cristaux ont une forme ovoïde rappelant celle des graines de lin, d'où le nom de *séméline*, qui leur a été donné par Fleuriau de Bellevue (fig. 17 et 18.)

Type IV. Le *spinthère* d'Haüy offre le même aspect que la séméline, avec cependant les faces o^2 (102) constantes, leur présence réduit les faces $d^{1/2}$ (fig. 6).

Type V. Dans la variété *pictite*, les cristaux sont très allongés suivant l'arête $e^{1/2}$ $e^{1/2}$ (fig. 5).

Type VI. Les fentes de granulites et des schistes granulitisés de l'Oisans présentent des cristaux à aspect pseudo-rhombohédrique caractérisés par la prédominance des faces $b^1(\bar{1}12)$ et o^2 (102) à peu près également développées (fig. 8 et 9).

Type VII. Les cristaux de ce type présentent sensiblement les mêmes formes que ceux du type VI, mais ils sont lamellaires suivant o^2 et parfois minces comme une feuille de papier, bien qu'atteignant 1 centimètre de plus grande dimension (fig. 10).

Type VIII. Je range dans cette catégorie tous les cristaux (fig. 4) dépourvus d'allongement et d'aplatissement ; ils sont généralement riches en faces.

D'une façon presque générale, quand les cristaux sont maclés suivant h^1 (100) et que cette forme existe, ils sont aplatis parallèlement à elle.

Clivages. Clivage *m* (110) distinct, h^1 (100), b^1 ($\bar{1}12$) difficiles; plans de séparation suivant $b^{1/4}$ ($\bar{2}21$) accompagnés de lamelles hémitropes.

Dureté. 5 à 5.5.

Densité. 3,4 à 3,541.

Coloration et éclat. Jaune de miel, jaune vert, rougeâtre, brun plus ou moins rougeâtre, gris, noir. Poussière blanche. Couleur souvent inégalement distribuée. Éclat adamantin et résineux dans la cassure.

Inclusions. Le sphène des filons alpins renferme fréquemment des inclusions de ripidolite identiques à celles de l'adulaire (fig. 49, p. 110), et de l'albite qu'ils accompagnent : elles sont souvent localisées au centre des cristaux.

Fig. 1.
Épure de la face g^1 (010) parallèle au plan des axes optiques.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010), bissectrice aiguë *positive* (n_g), presque perpendiculaire à o^2 (102). La bissectrice fait par suite un angle d'environ 51° avec l'axe vertical (fig. 1).

L'écartement des axes est très variable. 2 E varie de 32° environ à 88°. Dans les sphènes français, j'ai observé :

2 E (Na) = 44° lac Noir ; 48° Maronne (Spinthère); 70° Saint-Brévin.

Dispersion des axes très forte, $\rho > v$ avec dispersion inclinée à peine sensible.

Pour le sphène du Saint-Gothard, M. Busz a trouvé pour les indices de réfraction.

	Li	Na	Tl
n_g =	1,9987	2,0093	2,0232
n_m =	1,8839	1,8940	1,9041
n_p =	1,8766	1,8879	1,8989
2 E =	57°20′	52°29′	47°54′
2 V =	29°30′	27°	24°37′

Dans le sphène de quelques localités (Dauphiné, Grisons, etc.), j'ai observé de curieuses anomalies qui n'ont pas été signalées et qui semblent indiquer que le réseau du sphène est en réalité triclinique. La fig. 2 représente une section o^2 de sphène du lac Noir. Quand on l'examine en lumière polarisée parallèle, il y a éclairement commun lorsque les diagonales de la face sont parallèles ou perpendiculaires aux sections principales des nicols. Les secteurs opposés par le sommet ont même orientation et s'éteignent sous des angles atteignant 17° de la ligne de jonction avec le secteur contigu. Cette extinction ne peut être obtenue qu'en lumière homogène. Chaque secteur est lui-même formé par des lamelles hémitropes parallèles aux contours extérieurs.

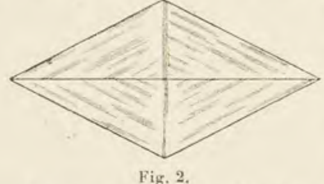


Fig. 2.
Lame mince o^2 (102) du sphène du lac Noir. (Lumière polarisée.)

La face o^2 du spinthère (fig. 3) est constituée de même, mais les secteurs ne possèdent pas de bandelettes et sont individuellement homogènes.

Fig. 3.
Lame mince o^2 du spinthère. (Lumière polarisée.)

Des sections g^1 (010) et h^1 paraissent homogènes, car l'écartement des axes optiques est très faible et ces axes se trouvent dans la zone de symétrie de ces groupements complexes, qui réapparaissent dans les sections obliques et notamment dans les sections b^1 ($\bar{1}12$), lorsqu'on a eu soin de les faire passer dans le cristal de telle sorte qu'elles intéressent plusieurs des individus constituant le groupement.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme du sphène est parfois extrêmement

intense, particulièrement dans les variétés très colorées. On observe les teintes suivantes dans les lames minces (0^{mm} 02) de beaucoup de cristaux de sphène et notamment dans ceux des gneiss à pyroxène :

n_g = rose saumon.
n_m = rose verdâtre.
n_p = jaune verdâtre.

Composition chimique. Le sphène ne se présentant jamais dans les gisements français qu'en petite quantité, je n'ai pu en faire aucune analyse. La composition suivante correspond à la formule Ca Ti Si O^5.

Si O^2......	30,6
Ti O^2......	40,8
Ca O	28,6
	100,0

Une petite quantité de la chaux est parfois remplacée par du protoxyde de fer. Il existe souvent un peu de fer, de manganèse, d'yttria (*grothite*).

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, certains sphènes jaunissent. Le minéral est fusible en un verre incolore ou plus ou moins coloré suivant sa teneur en oxyde métallique. Avec le borax, il donne un verre légèrement jaune verdâtre. Avec le sel de phosphore et dans le feu réducteur donne une perle violette.

Difficilement et imparfaitement attaquée par l'acide chlorhydrique bouillant. La solution concentrée et additionnée d'étain métallique donne une coloration violette (Ti). Attaquable complètement par l'acide sulfurique.

Altérations. Le sphène en s'altérant perd sa dureté et son éclat. Il a été indiqué comme se transformant en ilménite, en rutile, en anatase, en perowoskite, en calcite ; enfin A. Müller a décrit les curieuses pseudomorphes en brookite, dont il est question, page 252.

Je dois à l'obligeance de M. de Limur de petits cristaux jaune clair de l'île de Groix devenus ternes et à aspect terreux ; ils ressemblent beaucoup par leurs caractères extérieurs au *xanthitane* de l'Henderson C° (N. Caroline) décrit par M. Eakins (*U. S. G. Survey. Bull.* 60. 135. 1890) et considéré par ce savant comme un produit de décomposition du sphène, sorte d'argile dont la silice serait remplacée

par de l'acide titanique. L'examen microscopique fait voir que les cristaux de Groix, très fendillés, sont en partie intacts et imprégnés par un produit jaune amorphe.

Diagnostic. Les formes sont caractéristiques du sphène. Dans les roches, ce minéral est en outre facile à reconnaître, grâce à sa très grande réfringence, jointe à une biréfringence très élevée, le signe positif de sa bissectrice aiguë autour de laquelle les axes optiques sont peu écartés.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le sphène est un minéral extrêmement abondant ; l'examen microscopique le fait trouver dans presque toutes les roches, aussi ne m'occuperai-je ici que des gisements dans lesquels il existe en cristaux distincts.

1° Dans les druses des roches éruptives et cristallins ;

2° Comme élément normal de ces roches ;

3° Comme produit secondaire de décomposition sur place de minéraux titanifères (*leucoxène*).

La première catégorie de gisement est celle qui fournit les plus beaux cristaux.

1° *Dans les druses des roches éruptives et des schistes cristallins.*

Les plus beaux cristaux de sphène, ceux qui présentent la plus grande variété de formes se rencontrent dans les cavités des roches éruptives et des schistes cristallins. Je renvoie au paragraphe suivant l'indication de quelques rares exemples de production de ce minéral dans les cavités des roches volcaniques ou dans celles de leurs enclaves pour ne m'occuper ici que des minéraux formés dans les fissures de roches intrusives ou de schistes cristallins.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Beaucoup de collections françaises renferment, sous le nom de « sphène de Sainte-Colombe », des cristaux transparents d'un jaune citron un peu vert, vert clair ou rougeâtre ; Ils sont moulés par du gypse et tapissent les fissures de l'ophite altérée de Lys près Sainte-Colome (cette ophite se trouve au milieu

du gypse à tourmaline décrit à la page 105 du tome I). Les échantillons que je dois à l'obligeance de M. de Limur et de M. de Gramont ainsi que ceux de la collection du Muséum sont tous formés par un grenat a^1 (211), b^1 (110), dont les cristaux arrondis et déformés offrent une biréfringence des plus marquée (type I). Je n'ai pu trouver parmi eux trace de sphène. Leur aspect extérieur et leur couleur expliquent dans une certaine mesure qu'un examen superficiel les ait fait prendre pour ce minéral.

C'est probablement dans les fentes d'une ophite qu'ont été trouvés de petits cristaux de sphène jaune, associés à l'albite du col d'Ayré (vallée d'Ossau).

Hautes-Pyrénées. Des cristaux de sphène ont été signalés aux environs de Barège ; ils doivent probablement accompagner l'albite, je n'en ai pas eu à ma disposition.

Alpes. — *Massif du mont Blanc. Haute-Savoie*. De très beaux cristaux de sphène se rencontrent dans le massif du mont Blanc, dans les fentes de la protogine et des schistes cristallins qui fournissent l'albite, l'adulaire, la ripidolite, la prehnite, l'axinite et le quartz. Le sphène y est associé au quartz, à l'albite, à l'adulaire, à la ripidolite et surtout à la calcite. Il se présente avec des aspects très différents.

Rarement ces cristaux sont globuleux et riches en faces (type VIII). La fig. 4 donnée par M. des Cloizeaux (*op. cit.*) montre les faces m (110), h^1 (100), p (001), o^2 (102), $e^{1/2}$ (021), $d^{1/2}$ (111), b^1 ($\bar{1}12$), μ ($\bar{1}21$) et représente un cristal du Talèfre.

La forme la plus fréquente consiste en cristaux jaunes ou rosés aplatis suivant o^2 (102) (type VII), minces comme une feuille de papier et extrêmement tranchants (fig. 10). Ils proviennent du jardin du glacier de Talèfre, des Courtes, de la montagne de la Côte près Chamonix, etc. Ceux que j'ai examinés font partie de la collection du Muséum ou m'ont été communiqués par MM. Brun et Leroux. Les macles suivant h sont assez fréquentes.

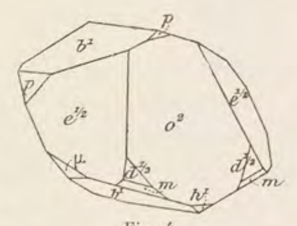


Fig. 4.
Sphène du Talèfre (type VIII).

Dans le massif du mont Blanc il existe une forme plus rare de sphène (type V). Pictet a décrit, en effet, en 1787 (*J. P.* XXXI. 308) comme espèce nouvelle de petits cristaux, d'un hyacinthe pâle, rappelant la couleur de l'axinite et accompagnant la ripidolite, le quartz

et le feldspath, dans les fentes d'un bloc de protogine éboulé dans la moraine du glacier des Bois au-dessous du Talèfre. H.-B. de Saussure réunit ce minéral au sphène en le désignant sous le nom de *schorl rayonné en gouttière*. (*Voy. dans les Alpes*. IV. 105. 1796.) De Lametherie admit l'hypothèse de Pictet et décrivit le minéral (*Théorie de la Terre*. II. 282. 1797) sous le nom de *pictite*. Cette substance paraît avoir été fort rare, car en 1822 Soret publie sur ce sujet une note (*Bibl. Univ. de Genève*. XIX. 134. 1822, et *Rapport sur les minéraux rares de la collection de Genève*. 1828) dont les éléments lui sont fournis par échantillon de Pictet, ce savant avait trouvé depuis la même substance en meilleurs cristaux à Binnen, dans le Valais. Il en donne la description cristallographique et persiste à considérer la pictite comme une espèce distincte. Cette opinion n'a pas prévalu et il ne faut voir dans la pictite qu'un sphène présentant un développement spécial. Les cristaux sont, en effet, allongés suivant l'arête $e^{1/2}$ $e^{1/2}$ (012) (0$\bar{1}$2) et terminés par les faces b^1 ($\bar{1}$12) et *m* (110) (fig. 5). Je n'ai pas eu entre les mains de pictite de cette localité. D'après Pictet, les cristaux étaient très engagés dans la gangue et difficiles à mesurer; la fig. 5 représente, d'après M. des Cloizeaux, leur aspect caractéristique.

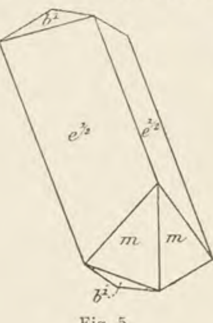


Fig. 5.
Sphène (Type V) (*pictite*) du Talèfre.

La pictite a été aussi signalée dans la protogine elle-même à Pormenaz. Le sphène jaune que j'ai observé dans cette roche appartient au type I et possède les formes représentées par les fig. 11 à 13 et non celles de la pictite.

Isère. Dans le Dauphiné, le sphène se trouve dans deux régions.

Le premier groupe de gisements est situé dans la chaîne des Grandes-Rousses et se prolonge au sud jusqu'à la Romanche. Il est beaucoup moins riche que le second ; le sphène s'y rencontre surtout avec du quartz hyalin et de la calcite. Les filons de quartz de Maronne (entre la Garde et Huez) qui ont fourni autrefois de si beaux cristaux de calcite et de quartz enfumé renferment comme grande rareté de petits cristaux blanc verdâtre, souvent imprégnés de chlorite qu'Haüy désigna sous le nom de *spinthère* par allusion au scintillement qu'on observe sur leurs faces quand on les fait mouvoir devant la flamme d'une bougie (*op. cit.* 398. 1801).

L'analyse n'ayant pas été faite, Haüy plaça le spinthère parmi les espèces incertaines.

Fleuriau de Bellevue, un précurseur peu connu dans l'étude microscopique des minéraux, montra la ressemblance de ce minéral et de la *séméline* qu'il avait découverte dans des roches volcaniques (*J. P.* LI. 447. 1800). Dans la seconde édition de sa minéralogie (IV. 510. 1832), Haüy exposa les analogies de ces deux minéraux, sans toutefois se décider à admettre leur identité qui n'a pas été mise en doute par les minéralogistes qui l'ont suivi.

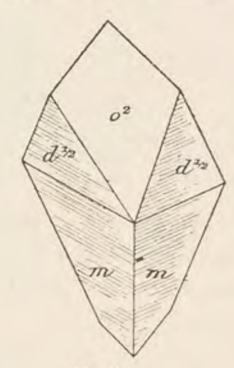


Fig. 6.
Sphène (spinthère de Maronne).
(Type IV.)

Le spinthère se présente en petits cristaux aplatis ayant la forme d'une pointe de lancette ; ils présentent le plus souvent les faces o^2 (102), m (110), $d^{1/2}$ (111), avec rarement h^1 (100). Cette forme représentée par la fig. 6 est celle des deux petits cristaux de la collection de Haüy et d'un très joli cristal de la collection du Muséum.

M. des Cloizeaux a donné (*op. cit.*, *Atlas.* fig. 242), d'après Phillips (*Introd. to Mineralogy*, 1837, 259) le dessin d'un cristal qui présente en outre les faces h^1 (100) et $a^{2/5}$ ($\bar{5}$02) (fig. 7).

Hessenberg (*Senck-Abhand.* V. 256, 1864) a mis en doute l'exactitude de cette interprétation, et pensé que le cristal en question devrait être noté de la façon suivante :

Dx.	
h^1 (100)	o^2 (102)
m (110)	$\zeta = (d^{1/5} b^{1/12} g^{1/7}$ (7.17.7)
$d^{1/2}$ (111)	$d^{1/2}$ (111)
o^2 (102)	h^1 (100)
$a^{2/5}$ ($\bar{5}$02)	p (001)

J'ai pu mesurer le cristal type de la collection d'Haüy (fig. 6) et constater que l'interprétation de M. des Cloizeaux était correcte.

La face $a^{2/5}$ qui à la suite du mémoire d'Hessenberg avait été supprimée de la liste des formes du sphène, semble donc devoir être maintenue ; je ne l'ai pas observée.

L'examen microscopique fait voir que les irrégularités des faces du spinthère sont dues à de très nombreuses inclusions vermiculées de ripidolite d'un vert extrêmement pâle.

Delafosse cite cette variété de sphène à Chalanches, près Allemont.

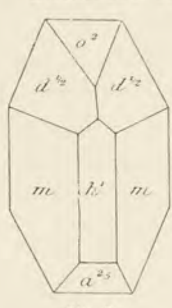


Fig. 7.
Sphène (spinthère) de Maronne.

Lévy (*Descrip.coll. Heuland.* III. 355. 1837) a figuré un cristal de sphène de Maronne provenant d'un groupe de petits cristaux d'un brun clair éclatant engagés sur du quartz hyalin avec calcite. La figure 10 de la planche LXXVIII de Lévy montre que l'allongement des cristaux a lieu suivant une arête b^1b^1 ; il semble qu'il faille rapporter ce cristal à mon type VI (fig. 8) dans lequel l'allongement suivant $b^1\,b^1$ serait exagéré. Le cristal offre les mêmes facettes secondaires que la fig. 10 avec μ en moins.

Je ferai remarquer en passant que Lévy a pris pour le sphène une forme primitive différente de celle adoptée ici. Voici la concordance des deux systèmes : $p = h^1$ (Lévy), $o^2 = a^2$, $h^1 = p$, $d^{1/2} = e^{1/3}$, $m = e^1$, $b^1 = m$, en ce qui concerne les faces du cristal ci-dessus.

La collection Haüy possède, avec la simple indication « Isère », un échantillon de quartz hyalin qui semble provenir de Maronne et qui supporte de petits cristaux analogues à la fig. 10.

Le second groupe de gisements est constitué par la région située au sud, entre la partie de la Romanche coulant E. O. avant d'arriver au bourg d'Oisans et la vallée du Vénéon à l'ouest. C'est celle dont il a été déjà question au sujet de l'albite et sur laquelle je reviendrai longuement dans le tome III aux articles brookite, anatase et turnérite.

Le sphène s'y rencontre avec albite, adulaire, quartz, ripidolite dans les fentes des granulites. Les principaux gisements à citer sont les environs de la montagne des Puits près Saint-Christophe, le glacier du mont de Lans, le lac Noir au pied de la Tète du Toura (côté Nord).

Ces cristaux (type VI) sont de beaucoup plus abondants que dans les régions précédentes ; ils atteignent parfois plus d'un centimètre, mais ils sont généralement pauvres en faces. Ils ont un aspect pseudorhomboédrique par suite de l'égal développement des faces o^2 (102) b^1 ($\bar{1}12$) qui les constituent (fig. 8). Leur couleur est très variée et souvent inégale, le sommet pseudoternaire du cristal étant plus clair que les bords. J'ai observé des cristaux gris de fumée

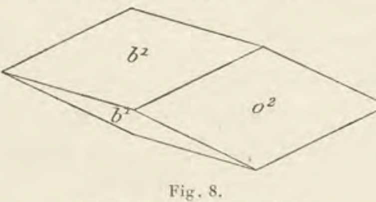


Fig. 8.
Sphène (Type VI) du lac Noir.

presque blancs au centre, presque noirs à la périphérie (Montagne des Puits). Il n'est pas rare de trouver dans cette région des cristaux de sphène offrant une forme différente au centre et à la périphérie. Le centre, toujours réduit aux formes o^2 et b^1, est coloré par des inclusions microscopiques de ripidolite verte ou jaune pâle. Le plus souvent ces cristaux sont brun rougeâtre avec parfois des reflets cuivrés (cristaux implantés sur quartz avec ripidolite bruns à éclat métalloïde du lac Noir) : ils sont quelquefois maclés suivant h^1 (100) (fig. 9.)

Fig. 9.
Section g^2 (010) de la macle suivant h^1 (100) d'un cristal du type VI. (Lac Noir.)

Cette forme n'est pas la seule que l'on trouve dans cette région, j'ai étudié des échantillons provenant du glacier du mont de Lans, près du lac Noir ; le sphène s'y présente en cristaux minces identiques à ceux du massif du mont Blanc (type VII), avec albite, adulaire, ripidolite. Ils présentent (fig. 10) les mêmes faces que dans la figure 4, mais toutes les formes autres que b^1 et o^1 sont réduites à de très petites facettes. On y trouve parfois des macles suivant h^1 constituant des cristaux cruciformes de deux lamelles.

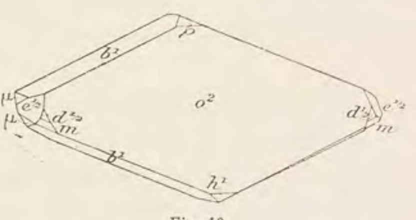


Fig. 10.
Sphène du lac Noir (Type VII).

Enfin, la collection du Muséum renferme un échantillon provenant de Saint-Christophe, sur lequel sont implantés de petits cristaux jaune d'or (type V) de pictite (fig 5.) : ils sont accompagnés de quartz hyalin, d'albite et d'anatase.

2° *Comme élément normal de roches.*

a) *Dans les granites, les granulites et les syénites.*

Le sphène se rencontre comme élément presque constant en cristaux microscopiques dans toutes les roches énumérées ici ; il s'y trouve parfois en grande abondance en cristaux macroscopiques qui présentent des formes remarquablement identiques dans tous les gisements. Il est surtout abondant en beaux et gros cristaux d'un brun chocolat dans les roches amphiboliques ou pyroxéniques et particulièrement dans les granites ou pegmatites endomorphisés au contact d'amphibolites, de gneiss à pyroxène ou de cipolins.

Ces cristaux de sphène correspondent au type I ; ils sont aplatis par suite de la prédominance des faces $d^{1/2}$ (111) accompagnées de

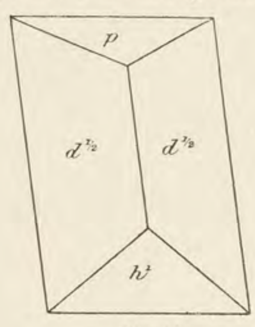


Fig. 11.
Sphène de granites.

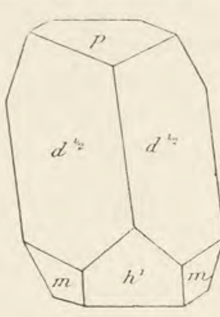


Fig. 12 et 13.
Sphène de granites.

p (001), h^1 (100) (fig. 11) quelquefois de m (110) (fig. 12) et de o^2 (102) (fig. 13). Quand ils sont allongés, c'est suivant l'arête $d^{1/2}$ $d^{1/2}$. Les macles h^1 (100) sont assez fréquentes, avec aplatissement parallèlement à h^1 (fig. 14 et 15).

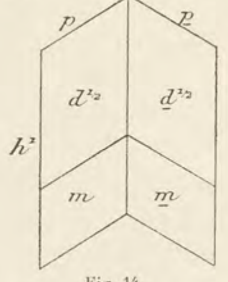


Fig. 14.
Projection sur g^1 (010) de la macle suivant h^1 (100).

Plus rarement, les cristaux correspondent au type II, ils sont allongés suivant l'axe vertical (fig. 17).

Voici quelques gisements particulièrement riches en cristaux macroscopiques de sphène, je ne m'occuperai pas des gisements de cristaux microscopiques, car ils sont innombrables.

Normandie. — *Manche*. Dufrénoy a cité le sphène du granite de Flamanville.

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. Les granulites en filons dans les gneiss pyroxéniques à dipyre des environs de Saint-Brévin (carrière de Roiloup) ont subi des phénomènes d'endomorphisme intense qui se sont notamment manifestés par la production de beaux cristaux de pyroxène et de sphène à faces brillantes (*B. S. M.* XII. 120. 1889).

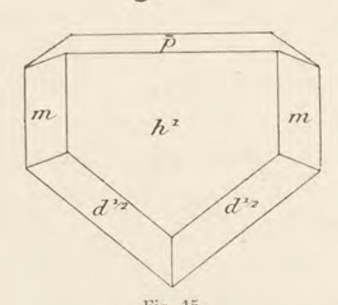


Fig. 15.
Macle suivant h^1 (100). Saint-Brévin.

Les cristaux de sphène, d'un brun rouge, offrent les formes habituelles $d^{1/2}$ (111), p (001) h^1 (100) avec parfois les faces o^2 (102) réduites à de petites facettes triangulaires (fig. 11 à 13). Rarement l'importance

relative des faces p (011) et o^2 (102) est renversée. Les macles suivant h^1 (100) sont fréquentes. A l'inverse des cristaux simples, ces macles sont aplaties suivant h^1 (100) (fig. 15).

Ces cristaux à faces très brillantes atteignent exceptionnellement 1^{cm} de longueur; ils ont en moyenne $0^{cm}5$ et peuvent aisément se détacher de leur gangue feldspathique.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Dans le massif du Labourd, j'ai trouvé de jolis cristaux bruns de sphène associés à du zircon de même couleur (*B. S. M.* XIV. 324. 1891); ils se rencontrent dans un filon de pegmatite à microcline en filon dans le cipolin de la carrière d'Itsatsou ; ils présentent les mêmes formes que ceux de Saint-Brévin.

Plateau Central. — *Cantal*. La même forme se trouve dans le sphène des pegmatites en filon dans les gneiss amphiboliques de Molompize.

Loire. C'est également au même type qu'il y a lieu de rapporter les gros cristaux de sphène brun des granulites endomorphisées au contact des gneiss à pyroxène de Saint-Denis-le-Courreau.

Rhône. M. Gonnard a trouvé, dans les mêmes conditions, des cristaux de 2^{mm} dans les granulites endomorphisées de Duerne (*B. S. M.* XV. 235. 1892). Le sphène est très abondant dans le granite du Rhône et du sud de Saône-et-Loire. M. Drouot avait même distingué à Fleurie des types excessivement riches en ce minéral.

Vosges. — *Vosges*. Le sphène est très abondant dans les granites à amphibole (ancienne syénite) des Ballons (Servance, Corarvilliers, vallée de Senones, etc.); ils ont été étudiés par Delesse (*A. M.* XIII. 382. 1845) et Carrière (*A. Soc. d'Em. Vosges*. 218. 1852). Ses cristaux varient du jaune au brun foncé ; ils présentent la forme des fig. 11 à 14.

[*Alsace*]. Le même minéral se rencontre dans le granite à amphibole du Champ-du-Feu et de la Jægerthal. Mais le gisement le plus remarquable à signaler dans cette région consiste dans les filons ou nodules des granulites à pyroxène se trouvant dans les cipolins de la carrière Saint-Philippe près Sainte-Marie-aux-Mines et à la partie supérieure de celle du Val de Ville. Ce sphène en beaux cristaux marron foncé a été étudié par Delesse ; ces cristaux atteignent plusieurs centimètres de longueur ; ils ont la forme habituelle dans ce genre de gisement (fig. 11 à 15). (Voir page 252.)

Alpes. — *Massif du mont Blanc.* — *Haute-Savoie.* Le sphène en petits cristaux jaune de miel est fréquent dans la protogine et particulièrement dans celle à grands cristaux de microcline qui se trouve dans toutes les collections sous le nom de protogine de Pormenaz.

Isère. J'ai observé de jolis cristaux de sphène dans des blocs de granite à amphibole (cristaux jaune de miel) erratique à la Placette près Pommiers (fig. 11 à 15) ainsi que dans un granite à microcline très riche en cristaux nets d'amphibole et pauvre en quartz (passage à la syénite) recueillis par M. Rouast, sur la rive gauche du lac Lovitel (ou Lauvitel), près le Bourg-d'Oisans.

Au moment de la mise en pages de cette feuille, M. Termier vient de décrire ce gisement (*B. S. M.* XIX. 81. 1896). Les cristaux sont, d'après lui, surtout abondants à la base des escarpements qui dominent Vivaras, au nord-ouest du lac et près du chemin muletier. Ils dépassent rarement 5 millimètres. En outre des formes communes que j'ai observées, M. Termier a trouvé des cristaux un peu allongés suivant la zone verticale, et présentant les faces d^1 (112) et les formes nouvelles $d^{3/16}$ (883) [ou $d^{1/4}$ (221)] et $b^{10/3}$ ($\bar{3}$.3.20) [ou b^3 ($\bar{1}$16)]. La fig. 16 représente ces cristaux d'après l'auteur précité : cet aspect est celui qui domine dans les petits cristaux. Les macles h^1 (100) sont rares dans cette combinaison.

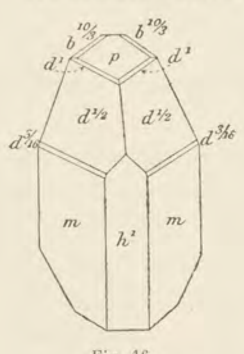


Fig. 16.
Sphène du lac Lovitel.

Corse. — Le granite amphibolique porphyroïde à microcline rose d'Algajola est depuis longtemps célèbre par ses beaux cristaux de sphène brun atteignant 1^{cm} (fig. 11 à 15) ; ils sont souvent recouverts d'un enduit d'ilménite.

D'après les indications que M. Nentien a bien voulu me communiquer, la plus grande partie du granite de la feuille (carte d'État-Major) de Calvi est riche en cristaux macroscopiques de sphène ; on peut citer plus particulièrement à cet égard le granite de la partie ouest de la vallée du Rézino, celui coupé par la route de la Haute Balague, entre Cateri et Avapessa, celui d'Aregno.

b) *Dans les syénites néphéliniques.*

Dans les syénites néphéliniques comme dans la plupart des roches

sodiques, la forme dominante du sphène est celle de la séméline (type III), avec parfois allongement suivant l'axe vertical, surtout quand les cristaux sont maclés suivant h^1 (100).

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Le sphène est assez abondamment répandu dans la syénite néphélinique de Pouzac. A la partie supérieure de la carrière de la Sablière, se trouve une variété très altérée de cette roche, se désagrégeant facilement ; elle est très amphibolique et contient souvent assez de sphène (type III) pour qu'il soit possible d'en extraire en abondance de nombreux cristaux jaune de miel ayant jusqu'à 3 mm et présentant les formes $d^{1/2}$ (111), m (110) et h^1 (100), m et $d^{1/2}$ sont également développées, alors que h^1 ne forme qu'une petite facette (fig. 17) ou est absente (fig. 18). Les macles suivant h^1 (100) sont rares dans les cristaux que j'ai observés.

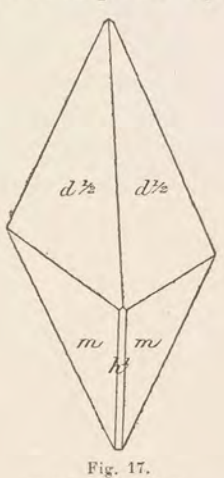


Fig. 17.
Sphène de la syénite néphélinique de Pouzac.

c) *Dans les diorites, les diabases et les gabbros.*

Le sphène est fréquent en gros cristaux dans les diorites, diabases, gabbros. Il y présente généralement les mêmes formes que dans les gisements granitiques. (Type I), (fig. 11 à 15).

Je ne connais pas d'autres gisements qui méritent une mention spéciale que les suivants :

Bretagne. — *Finistère*. Dans la diorite du Moulin-Chatel, en Lannilis, M. Barrois a trouvé un échantillon contenant un gros cristal brun de sphène qu'il a bien voulu me communiquer ; ce sphène est très pléochroïque ; d'après ce savant, ce même minéral serait très abondant dans les diorites du N.-O. du Finistère et dans celles de l'île de Batz.

Pyrénées. — *Haute-Garonne*. Le sphène se trouve en grands cristaux d'un jaune foncé dans la diorite d'Eup près Saint-Béat. Je dois à l'obligeance de M. Gourdon un cristal net présentant la forme de la figure 19.

d) *Dans les roches volcaniques.*

Plateau Central. — Certains trachytes, certaines andésites acides et les phonolites du Plateau Central renferment du sphène en

assez grande abondance comme élément *microscopique* ancien. Ce minéral devient parfois *macroscopique* et peut s'observer en cristaux bruns ou jaune d'or ; le type séméline domine (fig. 17 et 18), modifié parfois par raccourcissement des faces de la zone prismatique (fig. 19). Je citerai à cet égard les quelques gisements suivants :

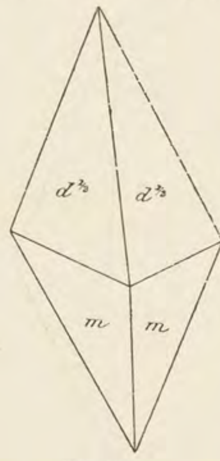


Fig. 18.
Sphène de la phonolite d'Araules.

Haute-Loire. M. Boule m'a remis de jolis cristaux bruns de sphène engagés dans la phonolite d'Araules, ils ont de 1 à 2^{mm} et présentent les formes des figures 17 et 18.

Le même minéral se trouve en cristaux jaune citron dans les trachytes d'Ardemais, de Saint-Pierre Eynac (L. Pascal).

Cantal. M. Fouqué m'a donné des échantillons du trachyte de la Font d'Alagnon renfermant de jolis cristaux de sphène qui mesurent de 3 à 4^{mm}. Le gisement précis de ces cristaux se trouve au nord de l'ancienne route passant au col du Lioran, entre l'Alagnon et le col (au-dessus du sentier allant de la gare du Lioran au puy Griou.)

Puy-de-Dôme. Le sphène se rencontre en petits cristaux jaune de miel (type III) dans les phonolites du Mont Dore et notamment dans celle de la Sanadoire. On le trouve aussi dans la phonolite de Chaux Montgros [cristaux jaunes translucides de 2^{mm} avec les faces $d^{1/2}$ (111), *m* (110) et h^1 (100) (fig. 19).] Le même minéral se rencontre dans les trachytes à biotite (dômites) de la chaîne des Puys (puy de Dôme, Sarcouy, puy Chopine, etc.).

Fig. 19.
Sphène de la phonolite (Chaux Montgros).

M. Gonnard (*op. cit.*, 82) l'indique en petits cristaux à la surface des lames d'oligiste de la dômite du puy de la Tache.

e) *Dans les enclaves des roches volcaniques.*

α) Enclaves homœogènes.

Plateau Central. — Le sphène se rencontre fréquemment dans les sanidinites des trachytes.

Cantal. Le gisement de Menet est à ce point de vue très caractéristique. J'y ai trouvé (*B. S. M.* XIV. 315. 1891) le sphène à deux états, en grands cristaux de 5mm jaune de soufre, fendillés, présentant les faces *m* (110) et $d^{1/2}$ (111) également développées avec h^1 (100) très large (type de la fig. 16), et en cristaux transparents filiformes suivant l'axe vertical, souvent maclés (fig. 20) et terminés par les faces $d^{1/2}$ (111). Ces derniers cristaux se rencontrent exclusivement dans des géodes où ils se sont produits par sublimation ; leurs faces sont généralement caverneuses. Ils y sont associés à des aiguilles de zircon rose dont l'allongement contraste avec la forme trapue des cristaux rouge hyacinthe du même minéral qui se présente comme élément normal de la sanidinite.

β) Enclaves énallogènes.

Plateau Central. — *Haute-Loire*. C'est également par voie de fumerolles que le sphène s'est produit dans les cavités du trachyte de Montcharret en La Prade formées par la résorption d'enclaves quartzofeldspathiques. Il y constitue des cristaux atteignant à peine 1 mm, extrêmement aplatis et souvent maclés suivant h^1 (100) ; ils sont associés à de l'ægyrine, de la chabasie, du quartz, de la tridymite, etc. Les échantillons que j'ai examinés m'ont été communiqués par M. Gonnard.

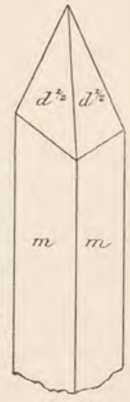


Fig 20.
Sphène des sanidinites de Menet.

Puy-de-Dôme. J'ai rencontré de très jolis cristaux de sphène dans une enclave de gneiss à cordiérite du trachyte du Capucin (Mont-Dore).

γ) Dans les tufs volcaniques, en cristaux isolés.

Plateau Central. — *Haute-Loire*. Les scories basaltiques de la Haute-Loire et les sables des ruisseaux qui les traversent renferment fréquemment de gros cristaux roulés de sphène d'un brun rougeâtre associés à des cristaux de zircon, de corindon ; ils proviennent de la démolition de roches feldspathiques arrachées des profondeurs par les éruptions basaltiques [scories du Croustet, de Taulhac, de Sainzelle, sables du Riou Pezzouliou (Pascal, *op. cit.*)]. Les cristaux que j'ai observés atteignent parfois plusieurs centimètres de longueur, ils présentent les formes *m* (110), h^1 (100), $d^{1/2}$ (111), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) : ils corres-

pondent au type III (fig. 21) ; quelquefois les faces $d^{1/2}$ (111) sont extraordinairement développées, le cristal est allongé suivant leur intersection mutuelle, les autres formes étant réduites à de petites facettes (fig. 22).

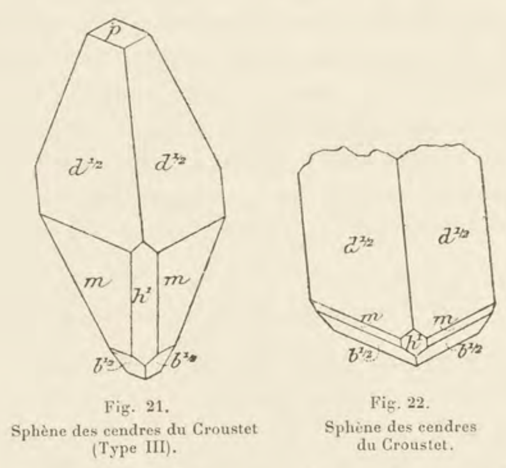


Fig. 21.
Sphène des cendres du Croustet (Type III).

Fig. 22.
Sphène des cendres du Croustet.

Quelques cristaux sont allongés suivant l'axe vertical, alors que d'autres, de couleur plus claire, sont à rapporter au type I.

Ardèche. Les tufs basaltiques de Rochemaure et de Chenavari fournissent quelques cristaux isolés de sphène.

Algérie. — *Oran.* Dans les mêmes conditions, M. Gentil a trouvé un cristal de sphène (Type I) roulé, associé à des cristaux d'augite et de hornblende dans le cratère de Ben Ganah (région d'Aïn Temouchent). La roche volcanique de ce gisement est une leucotéphrite.

3° *Dans les schistes cristallins.*

Le sphène se rencontre abondamment dans les schistes cristallins, surtout dans les types amphiboliques. Il y forme des cristaux de beaucoup plus grande taille que dans les roches éruptives ; ceux-ci ont généralement la même forme que dans le granite. (Type I) (fig. 11 à 16).

Dans les amphibolites et les micaschistes, on a signalé des cristaux constitués par les faces $d^{1/2}$ (111), b^1 ($\bar{1}12$).

Enfin, dans les schistes cristallins, se rencontrent d'énormes cristaux sans faces distinctes, arrondis et clivables suivant *m* (110).

Bretagne. — *Morbihan.* De beaux cristaux de sphène se trouvent à l'île de Groix et notamment dans les chloritoschistes de l'anse de Bilhéry; ceux que je dois à l'obligeance de M. de Limur sont ternes et souvent assez analogues comme aspect au xanthitane des gisements américains (voir page 237). Von Lasaulx a signalé (*Verhandl. niederrhein. Ver. Bonn*, XL. 271. 1883) dans les fentes des micaschistes de la baie de Pourmelin dans la même île, de petits cristaux maclés suivant h^1 (100) et clivables parallèlement à b^1.

Le sphène est peu abondant en petits cristaux bruns dans les gneiss à pyroxène du Morbihan (Roguédas).

Loire-Inférieure. M. Baret a trouvé un joli cristal transparent de sphène jaune d'or dans les gneiss de Saint-Viaud ; le cristal n'a pu être mesuré. Dans les gneiss amphiboliques de la Menageraie près Saint-Viaud, se rencontrent des cristaux bruns semblables comme formes et dimensions à ceux des granulites de Saint-Brévin : dans la carrière de la Ramée, au contraire, ils sont jaune de soufre et atteignent 1^{cm}; leurs faces sont arrondies (fig. 19).

Des cristaux (fig. 11) atteignant 1^{cm} se rencontrent dans les micaschistes granulitisés de Ville-ès-Martin près Saint-Nazaire (cristaux bruns), dans les amphibolites de la Chaterie en Saint-Herblain (cristaux et masses clivables jaunes), dans les gneiss amphiboliques du chemin de la Jutière en Port-Saint-Père, dans les micaschistes de la Tremissinière (petits cristaux jaune citron) près Nantes, et dans de nombreux autres gisements des environs de Nantes.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Dans les cipolins et amphibolites de Cambo, j'ai recueilli des cristaux déformés de sphène brun atteignant 2^{cm} de plus grande dimension ; ils sont accompagnés de pyrite, d'actinote, d'épidote.

Hautes-Pyrénées. Des cristaux de sphène brun se rencontrent dans les mêmes conditions et associés aux mêmes minéraux à la montée du lac Bleu (massif du pic du midi de Bigorre).

Plateau Central. — Le sphène se présente en abondance dans les amphibolites et gneiss amphiboliques du Plateau Central; je n'ai pas de documents personnels précis sur cette catégorie de gisements.

Haute-Vienne. La collection Haüy renferme une amphibolite indiquée

comme provenant du Pont rompu (*Haute-Vienne*) et renfermant un cristal jaune pâle de sphène à formes distinctes (Type I, fig. 11).

Corrèze. Dans la même collection, se trouve une amphibolite recueillie à Uzerche ; elle contient un agrégat de cristaux de sphène d'un jaune sale atteignant 1^{cm} de plus grande dimension. Ce gisement a été signalé par Haüy (*op. cit.*, IV. 359. 1822).

Puy-de-Dôme. M. Gonnard m'a indiqué de gros cristaux de sphène dans l'éclogite de la côte de la Pinatelle, à Ardes.

Rhône. Drian (*op. cit.*, 412) cite des cristaux de sphène dans le gneiss amphibolique du pigeonnier de Francheville. J'ai indiqué plus haut le sphène des granulites de Duerne associées à des gneiss à pyroxène.

Vosges. — *Vosges.* De gros cristaux de sphène brun dépassant 1^{cm} ont été décrits par Delesse (*A. M.* XVI. 361. 1849) dans les gneiss amphiboliques du Val d'Ajol, à Faymont, sur la route de Courupt à Girmont (Carrière *op. cit.*, 218), dans ceux d'Etival près Raon-l'Étape.

Le même minéral se rencontre en cristaux nets dans les cipolins de Laveline et du Chipal.

[*Alsace*]. Dans la carrière de Saint-Philippe près Sainte-Marie-aux-Mines, le sphène ne se rencontre pas seulement dans les bancs de granulite (page 245) : on le trouve aussi dans les cipolins et dans les nodules feldspathiques transformés en pseudophite, décrits page 43.

Il y est parfois extrêmement abondant ; Carrière dit en avoir isolé plus de 50 d'un bloc de pseudophite de la grosseur du poing. Ces cristaux sont souvent recouverts d'une pellicule blanche dont il est facile de les dégager. C'est dans cette gangue que A. Müller a trouvé de curieuses pseudomorphoses de sphène en *brookite* (*Verhandl. d. naturforsch. Gesell. Basel*, 1857. 573) ; les petites lamelles de brookite d'un gris bleu épigénisent complètement ou partiellement le minéral qui conserve sa forme extérieure ; elles sont implantées perpendiculairement aux faces du sphène, leurs intervalles étant remplis par une matière ocreuse jaune.

Nouvelle-Calédonie. — Des cristaux de sphène se rencontrent dans les micaschistes de la vallée du Diahot. Au microscope, on constate qu'ils ont parfois un centre de rutile.

4° *Dans les roches de contact des roches éruptives.*

Pyrénées. — *Ariège.* Dans les roches sédimentaires modifiées par

les roches éruptives le sphène est assez fréquent comme élément microscopique. Je ne l'ai observé en cristaux distincts macroscopiques que dans la forêt de Freychinède au milieu d'un calcaire jurassique modifié par la lherzolite. Il y forme des cristaux distincts, bruns, de la forme commune (fig. 11). M. des Cloizeaux l'avait déjà signalé dans de semblables conditions au milieu de calcaires modifiés par la lherzolite à Engoumer (*op. cit.*, I. 151).

5° *Dans les roches sédimentaires modifiées en dehors de l'action des roches éruptives.*

Alpes. — *Savoie.* En dissolvant dans les acides une grande quantité de calcaire triasique de Modane, j'ai trouvé, en outre, des nombreux cristaux d'albite décrits p. 163, du rutile et de jolis cristaux transparents de sphène jaune o^2 (102), b^1 ($\bar{1}12$) (type VI, fig. 8) ; ils ne dépassent guère 1 ^{mm} de plus grande dimension. Ils sont rarement accompagnés de petits cristaux transparents de tourmaline, et sont souvent embrochés par des aiguilles de rutile.

6° *Comme produit secondaire dans diverses roches.*

Le sphène se rencontre avec une très grande fréquence comme élé-



Fig. 23.
Lame mince d'un cristal d'ilménite en partie transformé en sphène (*leucoxène*) (gabbro du cap Corse). (Lumière polarisée.)

ment secondaire dans toutes les roches renfermant des minéraux titanifères.

Il se produit d'une façon spéciale aux dépens de l'ilménite, de la magnétite titanifère, du rutile, mais toujours comme élément microscopique. La figure 23 représente la photographie d'un cristal d'ilménite transformé en sphène. On reconnaît la symétrie ternaire du minéral original. C'est cette variété de sphène qui a été tout d'abord considérée comme un minéral spécial et appelée *titanomorphite*, *leucoxène*.

SILICATES HYDRATÉS

ZÉOLITES

Les zéolites constituent une nombreuse et intéressante famille de minéraux, offrant entre eux les plus grandes analogies de mode de formation et de conditions de gisement.

Leur caractère distinctif parmi les silicates réside dans une grande fusibilité au chalumeau, accompagnée d'un bouillonnement qui leur a fait donner leur nom (ζεῖν, bouillonner; λίθος, pierre), dans une faible dureté, dans une faible densité (2,0 à 2,4) et enfin dans une facile attaque par les acides avec production de silice gélatineuse, floconneuse ou pulvérulente.

Les zéolites sont des silicates hydratés d'aluminium, de calcium, de potassium ou de sodium, avec plus rarement du baryum ou du strontium. On les a depuis longtemps comparées à des feldspaths hydratés : les rapports atomiques de quelques-unes d'entre elles, déduction faite de l'eau, sont ceux d'une anorthite ou d'une albite calcique, et ces produits peuvent être obtenus par fusion et recuit de ces zéolites ; mais là s'arrête l'analogie avec le groupe des feldspaths. Les zéolites en effet ne forment pas un groupe continu : elles constituent des espèces ou des groupes d'espèces indépendants les uns des autres, différant à la fois par leur formule chimique, leurs formes et leurs propriétés optiques. Dans les groupes particuliers de cette famille, il n'existe pas non plus de série comparable à celle des feldspaths tricliniques. Dans le groupe des natrolites, par exemple, le sodium peut bien se substituer à une partie du calcium, mais l'existence d'un type exclusivement sodique n'entraîne pas dans celui-ci une élévation de silice comparable à celle qui distingue l'albite exclusivement sodique de l'anorthite complètement calcique.

L'état dans lequel l'eau existe dans les zéolites a provoqué des travaux dont la discussion sort du cadre de cet ouvrage : je rappellerai seulement que ces minéraux perdent et reprennent leur eau avec la plus

1. On peut joindre aux zéolites proprement dites un petit groupe dépourvu d'aluminium, celui de l'*apophyllite*.

grande facilité. M. Damour a fait à cet égard des expériences classiques (*A. P. C.* LIII. 438. 1858). Divers auteurs, et notamment Mallard, MM. Klein et Rinne, ont montré comment, dans beaucoup de zéolites, cette perte et cette reprise de l'eau étaient accompagnées d'intéressantes modifications optiques, modifications observées toutes les fois qu'on chauffe ces minéraux. Ces modifications dues à la perte d'eau peuvent servir à expliquer les anomalies optiques offertes par quelques-uns des minéraux qui nous occupent.

Au moment de la mise en pages de cette feuille, M. G. Friedel a montré (*B. S. M.* XIX. 93. 1896) que l'eau de toutes les zéolites peut être totalement chassée sans que le réseau cristallin de la substance soit détruit : non seulement cette eau peut être reprise avec énergie, mais encore elle peut être remplacée par divers gaz (gaz ammoniac, hydrogène sulfuré, anhydride carbonique, alcool éthylique, hydrogène, air atmosphérique), par des composés volatils du silicium (fluorure et tétrachlorure) et même par de la silice. Suivant une expression de Mallard, tous ces corps imprégneraient donc le réseau cristallin des zéolites comme une éponge. M. G. Friedel a pu colorer les zéolites en leur faisant absorber, après déshydratation, diverses substances minérales ou organiques, sans pouvoir cependant leur donner du pléochroïsme (*C. R.* CXXII. 1009. 1896).

Au point de vue de leur mode de formation, les zéolites sont toujours des produits secondaires d'altération formés par voie aqueuse aux dépens d'autres minéraux et particulièrement de silicates : elles sont associées entre elles ou avec d'autres produits secondaires : calcite, aragonite, quartz, opale, datholite, prehnite, pectolite, épidote, chlorites, etc.

On peut distinguer les genres suivants de gisement :

1° Formation actuelle dans les grandes profondeurs des océans. — M. Renard a montré (*Bull. Ac. Sc. Belgique*, XIX. 1890), par l'étude des produits des sondages du Challenger, qu'une zéolite, la christianite, se forme en proportion considérable dans les grandes profondeurs de l'Océan Pacifique, par la simple action de l'eau de mer à + 2° à 3° C. sur les produits volcaniques basiques qui en constituent le substratum.

2° Formation dans les sources thermales. — Les travaux de M. Daubrée ont montré qu'un grand nombre de zéolites (christianite, chabasie, etc.) se sont formées par l'action lente de sources thermales peu minéralisées sur des briques et bétons romains. Elles ne se pro-

duisent que dans ces produits calciques, auxquels ils empruntent leurs éléments. La stilbite a été trouvée aux griffons de la source d'Olette. La température de ces sources est inférieure à 100° C. : 78° (Olette), 70° (Plombières), 68° à 58° (Bourbonne), 46° (Luxeuil).

3° Dans les filons métallifères. — Ce mode de formation se rattache étroitement au précédent. Les espèces produites (harmotome, chabasie, stilbite, heulandite, laumontite) se trouvent surtout dans des filons concrétionnés plombifères, argentifères ou zincifères à gangue calcaire et plus rarement quartzeuse.

4° Dans les fentes de roches diverses. — C'est encore par circulation d'eau que les zéolites se forment dans les fentes des roches les plus diverses — éruptives (granites, diorites, diabases, gabbros) — cristallophylliennes (gneiss, micaschistes) ou sédimentaires métamorphiques (phyllades et calcaires paléozoïques, calcaires secondaires, etc.). A cet égard, les gisements décrits plus loin apporteront de nombreux documents nouveaux sur cette catégorie de gisements dans lesquels on trouve surtout : chabasie, stilbite, heulandite, brewsterite, laumontite, analcime, scolécite, thomsonite, etc.

Dans ces gisements, les zéolites se sont formées par altération des roches qui les renferment, soit sous l'action d'eaux thermales ascendantes, soit plus souvent par ruissellement superficiel des eaux pluviales ou de celles des névés : c'est ce qui a lieu notamment dans beaucoup de gisements des Pyrénées. Les éléments de ces minéraux ont souvent été empruntés sur place aux roches zéolitifères, dans d'autres cas, ils ont été en partie apportés, c'est ainsi que ce sont des zéolites calciques (chabasie, stilbite) et non des zéolites potassiques ou sodiques qui se sont produites dans les fentes des granulites et gneiss acides de Cambo.

5° Dans les vacuoles de roches éruptives et particulièrement dans celles des roches basiques. — Ce genre de gisement est le plus généralement connu. Dans les basaltes et labradorites amygdalaires, les zéolites se produisent sur place aux dépens des feldspaths de la roche ou de ses enclaves; les espèces formées dans ces conditions sont nombreuses : c'est le gisement principal de la mésotype et des autres natrolites, de la christianite, de la gismondine, etc.; toutes les autres espèces peuvent s'y rencontrer. Les mêmes minéraux se trouvent dans les phonolites, les trachytes; ils y sont formés aussi par corrosion sur place.

ZÉOLITES ALUMINEUSES

(ZÉOLITES PROPREMENT DITES)

THOMSONITE

$(Ca, Na^2) Al^2 Si^2 O^8 + 2,5 H^2 O$

Orthorhombique. $mm = 90° 25'$ (Brögger).

$b : h = 1000 : 716,480$. $D = 709,707$. $d = 704,487$.

$[a : b : c = 0,9925 : 1 : 1,0095]$[1]

Formes observées. p (001), m (110), h^1 (100), g^1 (010).

Faciès des cristaux. Les cristaux de thomsonite sont généralement allongés suivant l'axe vertical, les faces de la zone prismatique sont striées verticalement ; souvent le minéral est lamelleux suivant g^1 (010), ses cristaux sont parfois terminés par des pointements p (001). Enfin quelques variétés sont fibreuses et se présentent en masses mamelonnées à éclat soyeux : ce sont elles qui ont reçu le nom de *mésole*.

Clivages. Clivage g^1 (010) parfait, h^1 (100) difficile, trace suivant p (001). Cassures transversales, cassure inégale.

Dureté. 5 à 5,5.

Densité. 2,3 à 2,4 ; 2,357 (bois du Fajou).

Coloration et éclat. Incolore, blanche, jaune ou rougeâtre. Poussière incolore. Transparente ou translucide.

Éclat vitreux parfois un peu nacré. Éclat soyeux dans les variétés fibreuses.

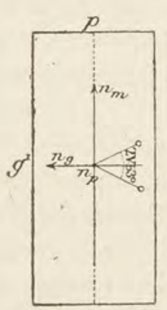


Fig. 1.
Épure de la face h^1 (100) perpendiculaire à la bissectrice n_p.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à p (001) c'est-à-dire transversal à l'allongement du minéral.

La bissectrice aiguë est *positive* (n_g) et perpendiculaire à g^1 (010). La dispersion est notable, $\rho < v$.

$2V = 53°$ environ.
$n_g = 1,525$ Dx. ;
$n_m = 1,503$;
$n_p = 1,498$;
$n_g - n_p = 0,027$.

1. Ces paramètres mettent en évidence le réseau pseudocubique de la thomsonite.

Composition chimique. Composition théorique répondant à la formule $(Ca, Na^2) Al^2 Si^2 O^8 + 2,5 H^2 O$: *a*) avec $Ca O : Na^2 O = 3 : 1$. ; *b*) avec $Ca O : Na^2 O = 1 : 1$.

	a)	*b*)
$Si O^2$......	37,0	36,8
$Al^2 O^3$.....	31,4	31,3
$Ca O$......	12,9	8,6
$Na^2 O$......	4,8	9,5
$K^2 O$......	»	»
$H^2 O$......	13,9	13,8
	100,0	100,0

Les mésoles sont souvent plus riches en silice que la thomsonite.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, fond avec gonflement en un émail blanc. Décomposée par l'acide chlorhydrique en faisant gelée.

Diagnostic. Parmi les zéolites, la thomsonite possède une place à part au point de vue du diagnostic, grâce à la position du plan des axes optiques perpendiculaire à l'allongement de ses fibres, et à sa haute biréfringence. Ce dernier caractère optique est nécessaire pour distinguer ce minéral de la mésolite, la différenciation n'étant pas possible par des essais pyrognostiques ou qualitatifs.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La thomsonite est toujours accompagnée par d'autres zéolites ou par de la prehnite. Elle existe en France dans les conditions suivantes :

1° Dans les roches volcaniques basiques.

2° Dans les fissures des schistes paléozoïques.

3° Dans les calcaires et les marnes calcaires métamorphisées par la lherzolite.

1° *Dans les roches volcaniques basiques.*

Dans ce genre de gisement, la thomsonite se présente souvent sous forme de mamelons fibreux (*mésole*).

Plateau Central. — *Ardèche.* J'ai observé de beaux échantillons de mésole en globules atteignant 1^{cm} de diamètre dans le basalte porphyroïde d'Aubenas, riche en enclaves calcaires. Ce minéral y est intimement associé à de la christianite et plus rarement à de la chabasie. M. Gonnard l'a rencontré dans le basalte de Chabane près de Saint-Agrève.

Puy-de-Dôme. On verra page 279 que le minéral de Gignat (plateau de la chaux de Bergonne), qui a été décrit comme *mésole*, constitue une espèce spéciale la *gonnardite*. Je n'ai trouvé que rarement les globules de ce minéral recouverts d'un enduit de thomsonite offrant une structure à la fois zonaire et fibreuse.

M. Gonnard m'a fait savoir que les petits globules blancs du basalte de Prudelle qu'il a cités autrefois comme mésole (*op. cit.* 75) sont en réalité constitués par de la calcite.

Loire. La christianite des basaltes du bois de Verrière est accompagnée de petits mamelons de mésole et de cristaux divergents de thomsonite à formes nettes rappelant celles de la *comptonite* de Bohème (Gonnard).

Algérie. — *Alger.* Les labradorites des environs de Dellys et particulièrement celles du cap Bengut (en face du phare) contiennent de nombreuses zéolites parmi lesquelles M. Gentil a trouvé de la thomsonite. Ce minéral y forme des masses fibreuses divergentes dont les cristaux constitutifs dépassent 1^{cm} de longueur : ceux-ci sont blancs, transparents ou fortement translucides à leur extrémité libre et intimement associés à de l'analcime. Le minéral est très altéré ; aussi sa densité n'est-elle que de 2.25 (*B. S. M.* XVIII. 374. 1895).

2° *Dans les fissures des schistes paléozoïques.*

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* Le seul échantillon à rapporter à ce genre de gisement m'a été signalé par M. Gourdon.

La thomsonite forme de longs cristaux aplatis suivant g^1 (010) associés à de la prehnite dans les fissures d'un schiste paléozoïque métamorphisé du pic de Sarrouyès (vallée de Louron).

3° *Dans les calcaires et dans les marnes calcaires métamorphisés par la lherzolite.*

Pyrénées. — *Ariège.* J'ai trouvé la thomsonite dans les fissures des schistes micacés tachetés à dipyre du bois du Fajou, près Caussou et de l'Escourgeat dans la vallée de Suc (voir à *dipyre*). Elle y forme des croûtes crêtées, à surface régulièrement ondulée. Les cristaux sont lamelleux ; ils ne constituent pas de sphérolites, mais sont implanté normalement à la paroi schisteuse. Les lames de clivage g^1 (010) laissent voir de petites facettes h^1 (100) et p (001).

HYDRONÉPHÉLITE

$H\,Na^2\,Al^3\,Si^3\,O^{12} + 3\,H^2\,O$

Hexagonal.

Faciès. L'hydronéphélite forme des masses à apparence compacte, se montrant au microscope constituées par des plages cristallines globuleuses ou un peu fibreuses.

Dureté. 4,5 à 6.

Densité. 2,263.

Coloration et éclat. Blanche, rosée ou d'un gris noir. Éclat vitreux. Translucide ou opaque.

Propriétés optiques. Uniaxe et positif.

$$n_g - n_p = 0.010 \text{ environ.}$$

Composition chimique. La formule donnée plus haut correspond à la composition suivante :

$Si\,O^2$....	39,3
Al^2O^3....	33,4
Na^2O....	13,5
H^2O.....	13,8
	100,0

Une petite quantité de calcium remplace souvent une proportion équivalente de sodium.

Essais pyrognostiques. Facilement fusible en un émail blanc. Décomposée par l'acide chlorhydrique en faisant gelée.

Diagnostic. L'hydronéphélite se distingue de la mésotype par l'émail blanc qu'elle produit par fusion, et par ses propriétés optiques (axe unique positif). Les groupements de mésotype décrits page 165, conduisant à l'uniaxie, ôtent de sa valeur à ce dernier caractère.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'hydronéphélite est un produit d'altération de la sodalite et de la néphéline. Je l'ai rencontrée dans les roches des gisements suivants :

1° *Dans les syénites néphéliniques.*

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* Dans la syénite néphélinique de la Sablière de Pouzac, la sodalite et la néphéline présentent de fréquentes altérations qui ont été décrites dans le tome I. Il n'est pas rare de voir ces

minéraux tranformés en hydronéphélite souvent mélangée de mésotype. Je n'ai pu isoler à l'état de pureté une quantité suffisante de matière pour faire des essais chimiques quantitatifs. Les propriétés optiques, cependant, ne laissent guère de doute sur l'existence de l'hydronéphélite dans ces pseudomorphoses. A l'œil nu, elles se présentent avec une teinte grise ou légèrement rosée.

2° *Dans les néphélinites*

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* A l'article néphéline, j'ai signalé la remarquable roche à grands cristaux de néphéline du puy de Saint-Sandoux (Barneire). L'hydronéphélite y est fréquente comme produit secondaire formé avec la mésotype et la christianite aux dépens de la néphéline et des feldspaths.

GROUPE DES NATROLITES

Les natrolites présentent entre elles de remarquables analogies, bien que cristallisant dans des systèmes différents (orthorhombique, monoclinique, triclinique). Leur forme extérieure est pseudoquadratique; cette pseudosymétrie est parfois accentuée par des macles microscopiques. Tous ces minéraux se clivent facilement suivant les faces d'un prisme voisin de 91°.

Le plan des axes optiques est compris dans g^1 (010) (*mésotype*), ou dans h^1 (100) (*scolécite*) : il est presque perpendiculaire à l'axe vertical dans la *mésolite*; la bissectrice aiguë est parallèle à l'axe vertical et positive dans la *mésotype*, ou seulement voisine de cet axe et négative dans la *scolécite*, alors que c'est l'indice moyen qui occupe cette position dans la *mésolite*.

Ce groupe comprend les trois types suivants :

Mésotype.......... $Na^2 Al^2 Si^3 O^{10} + 2 H^2 O$
Scolécite.......... $Ca Al^2 Si^3 O^{10} + 3 H^2 O$
Mésolite..... $\left\{ \begin{array}{l} m\ Na^2 Al^2 Si^3 O^{10} + 2 H^2 O \\ +n\ Ca Al^2 Si^3 O^{10} + 3 H^2 O \end{array} \right.$

MÉSOTYPE

$Na^2\ Al^2\ Si^3\ O^{10} + 2\ H^2\ O$

Orthorhombique. $mm = 91°$

$b : h = 1000 : 251,071$ $D = 713,250$ $d = 700,909$

$[a : b : c = 0,98270 : 1 : 0,35201]$

Formes observées. p (001); h^1 (100), m (110), g^1 (010); e^1 (011); $b^{1/6}$ (331), $b^{39/80}$ (40. 40. 39), $b^{1/2}$ (111); $x = (b^1\ b^{1/21}\ h^{1/11})$ (10. 11. 11), $u = (b^{1/2}\ b^{1/70}\ g^1)$ (34. 36. 1).

Macles. D'après M. Brögger (*Z. K.* XVI. 596. 1890) une partie des mésotypes seraient monocliniques ($ph^1 = 90°5'$) et présenteraient une symétrie pseudoorthorhombique grâce à des macles suivant h^1 (100). On verra plus loin que la mésotype offre d'intéressantes macles microscopiques suivant m (110).

Les abréviations G et G^1 sont mises en regard des mesures prises par M. Gonnard sur les cristaux de mésotype du puy de Marman et de la tour de Gevillat.

	Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés	Angles mesurés
mm	91° 0′		$b^{1/2}\ b^{1/2}$ s. p	126°40′	126°53′(G)35′(G¹)	xx avant.	146°28′	146°17′(G)
mh^1	135°30′		$b^{39/80}\ b^{39/80}$ s. p	125°30′		$b^{1/6}\ b^{1/6}$ côté.	107° 5′	
mg^1	134°30′		$b^{1/6}\ b^{1/6}$ s. p	112°53′	113° 8′ (G)	$b^{1/6}\ b^{1/6}$ avant.	108°32′	108°29′(G)
$b^{1/2}\ m$	116°40′	116°42′(G)12′(G¹)	$b^{1/2}\ b^{1/2}$ côté.	142°40′	142°44′(G)11′(G¹)	mx	115°38′	115°57′(G)
$b^{39/80}\ m$	117°15′	117°12′ (G) 5′ (G¹)	$g^1\ b^{1/2}$	108°20′	108°48′ (G¹)	$h^1\ x$	108°51′	
$b^{1/6}\ m$	146°26′	146°30, (G)	$b^{1/2}\ b^{1/2}$ avant.	143′20′	143°41′(G¹)	$b^{39/80}\ x$	177°	177°50′(G)

Faciès des cristaux. Les cristaux de mésotype des gisements français

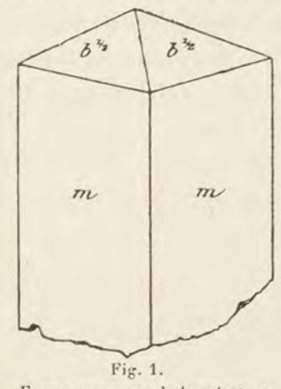


Fig. 1.
Forme commune de la mésotype d'Auvergne.

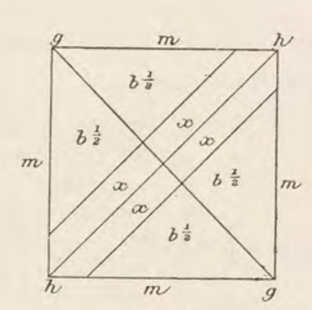


Fig. 2.
Projection sur p (001) d'un pointement de mésotype du puy de Marman.

sont toujours allongés suivant l'axe vertical; ils offrent un aspect pseudo-

quadratique (fig. 1 et 2) ; les faces prismatiques sont souvent ternes et cannelées verticalement. La mésotype d'Auvergne présente fréquemment des pointements dyssymétriques (fig. 9 à 16).

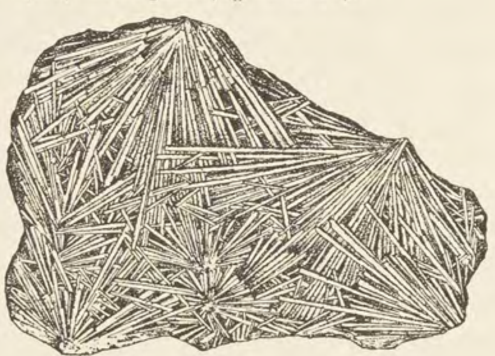


Fig. 3.
Mésotype fibrobacillaire de Parentignat. (Grandeur naturelle.)

Ce minéral a une grande tendance à former des masses bacillaires, fibreuses ou sphérolitiques (fig. 2). Les variétés à apparence compacte sont en réalité finement fibreuses.

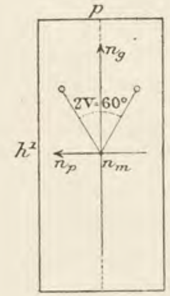


Fig. 4.
Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

Clivages. Clivage *m* (110) parfait; clivage ou plan de séparation suivant g^1 (010) imparfait. Cassure inégale.

Dureté. 5 à 5,5.

Densité. 2,2 à 2,25; 2,213 (le Pallet); 2,255 (P. de Marman); 2,27 (Essey-la-Côte).

Coloration et éclat. Incolore ou blanc, gris jaunâtre ou rougeâtre. Éclat vitreux. Transparente ou translucide.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë, *positive* (n_g), perpendiculaire à *p* (001), $\rho < v$.

$\mathbf{n}_g = 1,4887$ (rouge) Dx.
$\mathbf{n}_m = 1,4797$ (Puy de Marman).
$\mathbf{n}_p = 1,4768$
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0,0119$

d'où $2\text{ V} = 59°29'$ et $2\text{ E} = 94°27'$

96°28′ rouge } mesure directe
95°51′ bleu }

J'ai constaté que les cristaux du puy de Marman et de Parentignat, malgré leur apparente homogénéité, présentent d'une façon presque

constante des macles en rapport avec leur symétrie pseudo-quadratique. Quand en effet on examine en lumière polarisée parallèle une

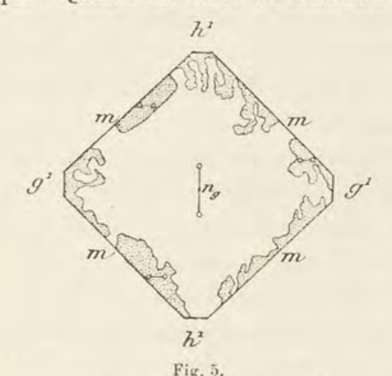


Fig. 5.
Lame p (001) de mésotype du puy de Marman. (Lumière polarisée.)

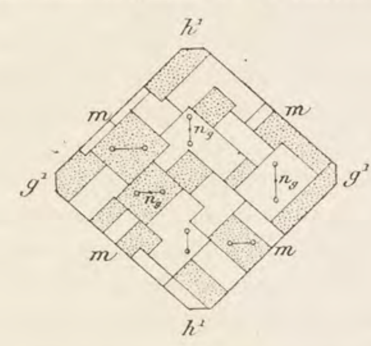


Fig. 6.
Lame p (001) de la mésotype de Pouzac. (Lumière polarisée.)

section parallèle à p (001), on la croit homogène, mais si on lui superpose un mica quart d'onde, on constate que la bordure de la plaque est criblée de bandes ou de petites plages irrégulières dans lesquelles le plan des axes optiques est situé sensiblement à 90° de celui du reste de la préparation (fig. 5).

La mésotype fibreuse de Pouzac est formée non par un cristal à orientation dominante renfermant des plages irrégulières à orientations différentes, mais par l'enchevêtrement en damier irrégulier d'un grand nombre d'individus offrant des orientations à angle droit (fig. 6). J'ai observé une disposition analogue dans la *galactite* de Bishopton (Écosse). Dans la mésotype de Dellys, le centre des cristaux est homogène, il est entouré par une bande de même diamètre que lui, présentant la structure de la figure 6.

Dans la mésotype fibreuse du puy de la Piquette imprégnant un fragment de lignite, j'ai constaté l'existence d'un cristal unique limpide, entouré par une zone fibreuse dans laquelle les fibres sont assez finement et assez régulièrement entrecroisées pour conduire à l'uniaxie complète (fig. 7).

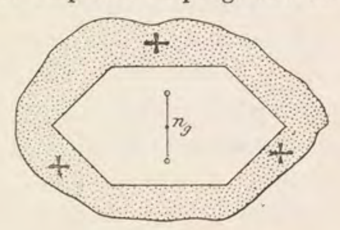


Fig. 7.
Lame p (001) de la mésotype du puy de la Piquette. (Lumière polarisée.)

Ces groupements s'expliquent aisément par une macle suivant m (110), avec rotation de 90° autour de l'axe vertical, qui est presque un axe pseudoquaternaire. Cette macle a, du reste, été

signalée dans les cristaux de Marburg, mais avec p (001) comme plan d'accolement (Stadtländer, *N. J.* 1885. II. 113). Les gisements qui viennent d'être décrits sont remarquables par la netteté et la constance de ces groupements pseudoquadratiques qui existent également mais moins nets dans l'*edingtonite* d'Écosse. M. O. Nordenskiöld a du reste montré l'isomorphisme de l'edingtonite de Suède et de la mésotype.

M. Rinne a étudié (*op. cit.*) les variations de propriétés optiques consécutives à la perte d'eau par la chaleur signalée plus loin. En perdant de l'eau, le minéral devient monoclinique (*métanatrolite*). Une section p (001) n'est plus homogène et se divise en quatre secteurs dans laquelle les axes n_p des deux secteurs contigus font entre eux un angle d'environ 15°. L'auteur admet que l'axe vertical devient alors l'orthodiagonale du minéral monoclinique. Les faces m deviennent o^1 (101) et a^1 ($\bar{1}01$) et le cristal est maclé suivant h^1 (100) ou p (001).

Composition chimique. a) Composition correspondant à la formule théorique $Na^2 Al^2 Si^3 O^{10} + 2 H^2 O$.

Analyses : b) et c) de la mésotype d'Auvergne par J. N. Fuchs (*J. für Ch. u. Ph. Schweigger*. XVIII. 12. 1816).

d) de la mésotype du puy de Marman, par M. Gonnard (*B. S. M.* XIV. 169. 1891).

e) de la mésotype de la tour de Gevillat, par le même (*id.*).

	a)	b)	c)	d)	e)
$Si O^2$	47,4	48,17	47,76	48,03	47,88
$Al^2 O^3$	26,8	36,51	25,88	26,68	26,12
$Na^2 O$	16,3	16,12	16,21	15,61	15,63
$Ca O$	»	0,17	0,13	»	0,45
$H^2 O$	9,5	9,13	9,31	9,62	9,80
	100,0	100,10	99,29	99,94	99,88

M. Damour a montré (*A. P. C.* LIII. 438. 1858) que la mésotype pulvérisée ne se déshydrate pas quand elle est placée dans l'air sec, mais à 240° C. elle perd la presque totalité de son eau en devenant laiteuse et opaque. Par exposition à l'air humide, elle réabsorbe l'eau perdue sans cependant reprendre sa transparence. Cette eau réabsorbée disparaît à environ 90° C.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, fusible à la flamme d'une bougie en un verre incolore. Dans le tube, blanchit et donne de l'eau. Fait gelée avec les acides.

Diagnostic. La mésotype se distingue aisément des autres zéolites

fibreuses ; de la thomsonite, par sa biréfringence, la position du plan des axes optiques parallèle à l'allongement, sa perle incolore au chalumeau ; de la mésolite et de la scolécite par son système cristallin orthorhombique, le signe positif de son allongement, enfin par sa perle incolore et l'absence d'une quantité notable de chaux. (Voir à *hydronéphélite*.)

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le gisement principal de la mésotype en France est le Plateau Central où elle se trouve dans les roches volcaniques et particulièrement dans les roches basiques. Les gisements situés en dehors de cette région sont peu nombreux et plusieurs d'entre eux demandent une confirmation.

1° *Dans les roches volcaniques.*

Languedoc. — *Hérault.* Je dois à l'obligeance de MM. Delage et de Mourgues la communication d'un fort bel échantillon de mésotype qu'ils ont recueilli dans le basalte de Montferrier près Montpellier. Ce minéral qui tapisse une cavité de la roche forme des houppes fibreuses constituées par de très fines aiguilles d'un blanc jaunâtre de 2^{cm} de longueur, libres à l'une de leurs extrémités. Elles sont, du reste, peu cohérentes, d'une délicatesse et d'une fragilité extrêmes.

Plateau Central. — *Ardèche.* Faujas de Saint-Fond a découvert en 1775 la mésotype fibreuse dans le basalte de Rochemaure (*Rech. sur les volcans éteints du Vivarais et du Velay.* 103 et *Minéralogie des Volcans.* 1784). Le même minéral a été signalé dans le basalte de la source de la rivière de Pourseille, près Montpezat (Delmas, *Descript. géol. de l'Ardèche.* 1872. 38).

Il paraît n'être pas rare d'une façon générale dans les basaltes des Coirons, mais je ne crois pas qu'il y ait été rencontré autrement qu'en masses fibreuses.

Haute-Loire. Pascal (*op. cit.*, 392) a indiqué la mésotype dans le trachyte de Gerbison, de Monedeyre où elle est associée à la chabasie, dans les basaltes de l'Aubépin, de Saint-Pierre Eynac, dans les laves de Farges, de Coubon (avec chabasie).

Elle se trouve en sphérolites dans les cavités de la phonolite de la ferme de Jacassy sur le sentier allant du village des Estables au sommet du Mézenc, associée à la néphéline (Bourgeois, *B. S. M.* 16. 1883).

Cantal. Je dois à M. Rames l'indication de mésotype en masses bacillaires dans les cavités du basalte de Coissy, près Aurillac, dans les scories rouges du basalte, au-dessus de Lacondamine, près Aurillac et d'une façon générale dans les vacuoles du basalte des plateaux du Cantal : dans cette région, l'aragonite est très abondante et a été souvent prise pour de la mésotype.

Puy-de-Dôme. Le Puy-de-Dôme est la région d'Auvergne la plus riche en cristaux de mésotype ; ce minéral a été indiqué pour la première fois par Pasumot à Gergovia (*in* Faujas de Saint-Fond, *op. cit.*). Il a fait depuis lors l'objet de nombreux travaux. M. Gonnard a publié récemment sur ce sujet deux mémoires (*B. S. M.* XIV. 164. 1891 et XV. 221. 1892), dans lesquels il a fait la critique des observations anciennes et y a ajouté les siennes. J'y renvoie pour les gisements douteux et ne m'occuperai que de ceux dont l'existence est certaine.

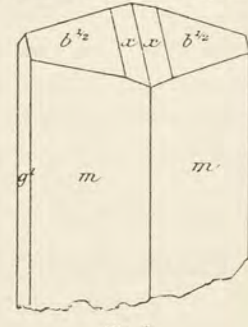
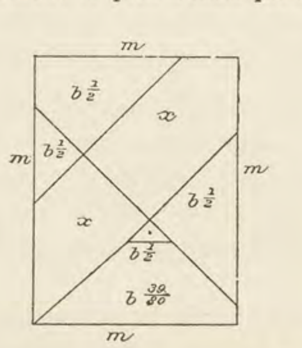


Fig. 8.
Mésotype du puy de Marman.

Le gisement le plus remarquable pour la beauté des cristaux et par



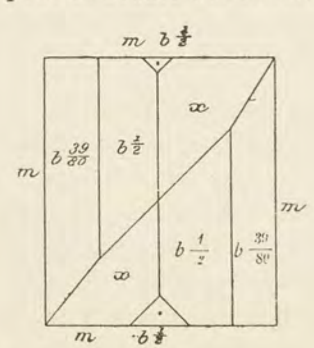


Fig. 9 et 10.
Projection sur *p* (001) de cristaux de mésotype à pointements dyssymétriques du puy de Marman.

leur abondance est celui du puy de Marman, près des Martres de Veyre ; la mésotype s'y rencontre dans les cavités des basaltes ou des pépérites qui les accompagnent. Ces géodes atteignent parfois plusieurs décimètres et les cristaux qui les tapissent plusieurs centimètres. On trouve aussi ce minéral en fines aiguilles ou en masses fibreuses. C'est de ce gisement que proviennent la plupart des échantillons de mésotype d'Auvergne, que possèdent toutes les collections.

Les combinaisons de formes les plus fréquentes sont : m (110), $b^{1/2}$ (111) ; $mh^1b^{1/2}$; plus rarement $mg^1\, b^{1/2}x$ (10. 11. 11) ; $m\, h^1 b^{1/2}\, x$;

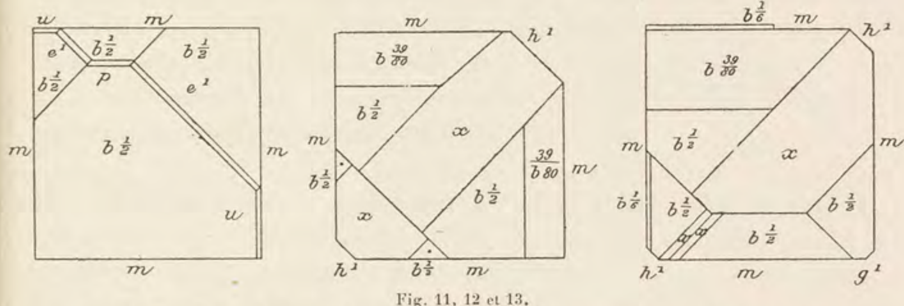


Fig. 11, 12 et 13.
Projection sur p (001) de cristaux de mésotype du puy de Marman à pointements dyssymétriques.

$m\, g^2\, b^{1/6}$ (331) $b^{1/2}\, x$. M. Gonnard a signalé en outre la fréquence d'une forme très voisine de $b^{1/2}$, $b^{39/80}$ (40. 40. 39) ; ainsi que la présence de p (001), e^1 (011) (fig. 15) et de u (34. 36. 1) (fig. 11) sur quelques cristaux plus ou moins riches en faces.

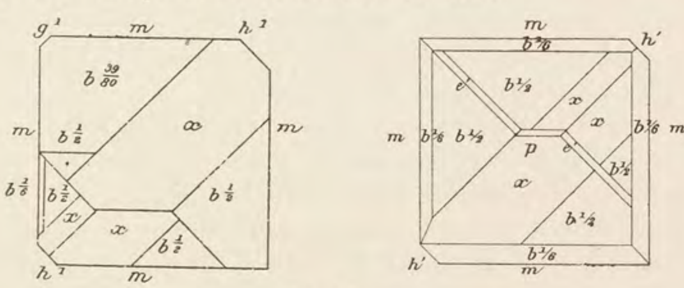


Fig. 14 et 15.
Projection sur p (001) de cristaux de mésotype du puy de Marman à pointements dyssymétriques.

Les cristaux de mésotype sont loin de présenter un développement régulier de toutes leurs formes, les figures 9 à 16 empruntées au dernier mémoire de M. Gonnard montrent l'irrégularité qui est presque la règle dans leur développement relatif. La mésotype du puy de Marman est parfois recouverte de cristaux d'analcime, de chabasie (phacolite) et de christianite ; elle forme rarement des sortes de stalactites autour d'un axe de calcite, ou se trouve en cristaux bipyramidés englobés dans de gros rhomboèdres e^1 de calcite (Gonnard).

De beaux cristaux de mésotype ont été trouvés à la tour de Gevillat, près de Parentignat (ce gisement est quelquefois appelé tour de Bou-

lade); les combinaisons que l'on y observe sont $m\ b^{1/2}$, $m\ h^1\ b^{1/2}$, $m\ g^1\ h^1\ b^{1/2}$ et plus rarement x (10. 11. 11) et $b^{39/80}$. Ces dernières formes sont moins nettes qu'au Puy de Marman, les masses fibreuses sont fréquentes (fig. 3).

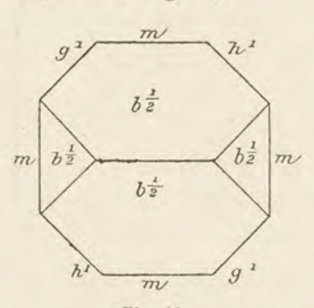


Fig. 16.
Projection sur p (001) d'un cristal de mésotype de la tour de Gevillat.

Les cristaux de ces deux gisements présentent d'une façon presque constante les macles microscopiques suivant m (110) (fig. 5).

J'ai trouvé dans la collection du Muséum (*B. S. M.* XVII. 46. 1894) un échantillon de mésotype dont les cristaux peuvent lutter par leur beauté avec ceux des gisements précédents; il est indiqué comme provenant des pépérites du puy de Saint-Sandoux (ou de Barneire).

Au puy de la Piquette, la mésotype forme des houppes de beaux cristaux transparents, atteignant $2^{cm},5$; leur forme est m (110), $b^{1/2}$ (111). Ils accompagnent l'apophyllite dans les cavités des blocs de *calcaire à phryganes*, englobés dans les pépérites. Ces minéraux tapissent les cavités des tubes de phryganes.

La mésotype empâte aussi en masses fibreuses d'un blanc de lait des fragments de lignite englobés dans les pépérites : c'est cette mésotype qui présente les phénomènes décrits page 265 (fig. 7).

Le basalte de Buron renferme des nodules fibreux de mésotype sans cristaux nets; il en est de même de ceux de Peyreneyre, près Saint-Amand-Tallende; bien qu'accidentellement, on trouve dans ce dernier gisement de beaux cristaux analogues à ceux du puy de Marman.

Le puy de la Poix, près le puy de Crouël a fourni quelques jolis cristaux de mésotype associés à de la calcite.

La christianite et la chabasie signalées plus haut dans le basalte de Perier, près Issoire, sont parfois accompagnées par de la mésotype fibreuse.

Enfin la mésotype se rencontre encore dans la pépérite de Cournon, du puy de Mur, de Dallet sur les bords de l'Allier, dans le basalte du puy de la Garde, au sud de Saint-Jean-des-Ollières près Billom (*B. S. M.* XIV. 323. 1891). J'y ai signalé dans ce gisement la forme m (110), b^1 (112). C'est $b^{1/2}$ (111) qu'il faut lire.

Saône-et-Loire. Le basalte du Drevin, près Couches, renferme quelques rares nodules de mésotype blanche fibreuse atteignant la grosseur d'une noix.

Vosges. — La néphélinite d'Essey-la-Côte paraît être assez riche en mésotype fibreuse; elle y a été signalée par Lebrun (basalte d'Essey-la-Côte, Nancy. 1858). J'ai eu l'occasion d'en examiner quelques échantillons grâce à l'obligeance de M. Vélain.

Algérie. — *Alger.* La mésotype a été signalée au cap Djinet près Dellys, par M. Delage (Le *Sahel d'Alger*, thèse); elle y forme des masses fibreuses dans un basalte. J'ai eu de beaux échantillons de ce gisement, grâce à la bienveillance de M. Damour : le minéral est intimement mélangé avec de l'apophyllite : les macles suivant *m* (110) y sont fort nettes.

2° *Dans les roches éruptives non volcaniques.*

Vendée. — *Loire-Inférieure.* A la limite du département de la Vendée, le gabbro du Pallet renferme une zéolite blanche, en rosettes dont les fibres atteignent un centimètre (échantillons recueillis par M. Baret). Je rapporte cette zéolite à la mésotype. Des essais quantitatifs que je n'ai pu faire seraient cependant nécessaires pour voir si ce minéral n'est pas une hydronéphélite ; elle est sodique, mais renferme un peu de chaux; les fibres sont parallèles à un axe optique unique *positif* ou à une bissectrice aiguë autour de laquelle les axes optiques sont presque réunis.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* On a vu tome I que la mésotype est associée à l'hydronéphélite comme produit d'altération de la néphéline et de la sodalite de la syénite néphélinique de Pouzac. Ces deux zéolites forment des masses blanches, grises ou roses, visibles à l'œil nu. Elles sont fibreuses ou compactes. Dans les variétés fibreuses, les macles suivant *m* (110) sont remarquablement nettes et s'étendent à toute l'étendue d'un même cristal (fig. 6). Cette mésotype est imprégnée de calcite.

Gisements douteux.

Pyrénées. — La mésotype a été signalée par M. Frossard au pic du Midi de Bigorre, au lac Bleu (*B. S. M.* VI. 87. 1883); les minéraux de ces gisements que j'ai étudiés sont à rapporter à la laumontite ou à la scolécite.

Alpes. — *Massif du mont Blanc* (*Haute-Savoie*). F. Soret a indiqué

la mésotype en fibres divergentes comme associée à la stilbite du glacier de Miage (*Soc. phys. Genève.* 179. 1821), sur une roche formée de quartz, d'asbeste et de disthène (?). On verra plus loin que ce minéral n'est pas de la mésotype, mais de la scolécite.

SCOLÉCITE

Ca Al^2 Si^3 O^{10} + 3 H^2 O

Monoclinique : $mm = 91°22'$.

$b : h = 1000 : 242{,}765 \quad D = 715{,}413 \quad d = 698{,}696$

Angle plan de $p = 91°21'18''$

Angle plan de $m = 90°48'12''$

[$a : b : c = 0{,}97663 : 1 : 0{,}33934$

$zx = 88°50'$]

Formes observées. m (110), g^1 (010), $d^{1/2}$ (111), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$).

Angles calculés		Angles calculés	
[* mm	91°22'	[$g^1\ d^{1/2}$	107°40'
[mg^2	134°19'	[* $d^{1/2}\ d^{1/2}$ sur o^1	144°40'
[* $m\ d^{1/2}$	116°34'	[$g^1\ b^{1/2}$	107°52'
[$m\ b^{1/2}$	115°14'	[$b^{1/2}\ b^{1/2}$	144°16
[$d^{1/2}\ b^{1/2}$	143°34'		

Formes et faciès. Les cristaux de scolécite sont allongés suivant l'axe vertical et striés longitudinalement; leurs formes extérieures sont celles de la mésotype. Ils se présentent le plus souvent en masses fibreuses plus ou moins divergentes.

Macles. Macles suivant h^1 (100) fréquentes, se produisant très souvent suivant une surface irrégulière ; rarement macles microscopiques suivant m (110) semblables à celles de la mésotype.

Clivages. Clivage m (110) parfait.

Dureté. 5 à 5.5.

Densité. 2.16 à 2.4.

Coloration et éclat. Incolore, blanche. Transparente ou translucide. Éclat vitreux ou soyeux dans les variétés fibreuses.

M. Luedecke a décrit des scolécites tricliniques (*N. J.* 1881. II. 19), que M. Schmidt (*Z. K.* XI. 595. 1836) regarde comme monocliniques. Dans des sections de la scolécite du glacier de Miage perpendiculaires à l'axe vertical, j'ai observé une division en quatre secteurs

semblables à ceux décrits par les auteurs précédents : ils correspondent à la macle h^1 (100). Quand on dispose la plaque de façon que ses diagonales soient parallèles aux sections principales des nicols, on n'obtient pas d'extinction comme cela devrait être si le minéral était monoclinique ; il y a égal éclairement commun, et il faut tourner de 3 ou 4° à gauche ou à droite de la ligne de macle pour obtenir successivement l'extinction des deux paires de secteurs. Ce fait semble indiquer que le réseau des cristaux étudiés est en réalité triclinique. Ces cristaux sont trop petits pour pouvoir être taillés dans la zone verticale. Dans quelques sections de la scolécite de ce même gisement, j'ai constaté l'existence de plages maclées avec le reste du cristal suivant *m* (110) (fig. 1).

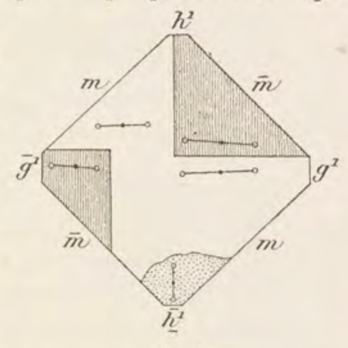


Fig. 1.
Section de scolécite perpendiculaire à l'axe vertical, montrant les macles suivant h^1 (100) et suivant *m* (110) (glacier de Miage).

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). La bissectrice aiguë *négative* fait dans g^1 (010) un angle de 15 à 16° (fig. 2) dans l'angle obtus de ph^1 (001) (100).

2 Er. = 53°41' (Dx.);
$\mathbf{n}_g$ = 1,4952 (Schmidt).

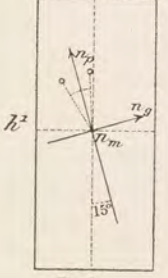


Fig 2.
Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

Propriétés électriques. Les cristaux maclés de scolécite présentent des phénomènes de pyroélectricité très nets. Le pôle positif par échauffement est placé à l'extrémité tenant à la gangue. MM. C. Friedel et de Gramont ont fait voir en outre (*B. S. M.* VIII. 75. 1885) que la scolécite possède deux axes de pyroélectricité dans g^1 (010) : l'un sensiblement parallèle à l'axe *c*, l'autre sensiblement horizontal. Dans la macle, les faces h^1 extérieures deviennent négatives par échauffement, et les faces h^1 intérieures, positives. Quand on opère sur les cristaux maclés, on constate, par suite, que les deux faces h^1 sont négatives et les deux faces g^1 positives par échauffement. Ces savants en ont conclu que la macle avait lieu par rotation suivant l'axe *c* et non suivant la normale à h^1 (100).

Composition chimique. La formule $Ca Al^2 Si^3 O^{10} + 3 H^2 O$ correspond à la composition suivante :

$Si O^2$	45,9
$Al^2 O^3$	26,0
$Ca O$	14,3
$H^2 O$	13,8
	100,0

La calcium peut être partiellement remplacé par du sodium (voir page 278).

D'après M. Damour (*op. cit.*), la scolécite ne perd son eau qu'au delà de 100°; à 300°, il y a une perte de 5 °/₀, qui est réparée par exposition du minéral à l'air humide. La perte est de 12 °/₀ au rouge sombre et de 13 °/₀ au rouge vif.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, blanchit, gonfle et fond facilement en un verre blanc bulleux à peine translucide. Décomposée par l'acide chlorhydrique en faisant gelée.

Diagnostic. A l'œil nu, la scolécite fibreuse ne se distingue pas de la mésotype; la constatation de la chaux en quantité notable d'une part, l'allongement négatif et l'extinction oblique des sections de la zone prismatique de l'autre permettent aisément de différencier ces deux minéraux. Les propriétés optiques de la mésolite données plus loin et celles de la thomsonite exposées plus haut sont distinctives de la scolécite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Je n'ai à signaler la scolécite que dans les gisements suivants :

1° *Dans les roches volcaniques.*

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* L'existence de la scolécite en Auvergne a été admise (Dufrénoy, *Minéralogie* ; Delafosse, *Minéralogie*, III. 334. 1862) sur la foi de l'analyse suivante de Guillemin (*A. M.* XII. 390. 1826).

$Si O^2$	49,0
$Al^2 O^3$	26,5
$Ca O$	15,3
$H^2 O$	9,0
	99,8

Or cet auteur fait suivre son analyse de la phrase suivante : « La recherche de la soude est très facile, ce minéral étant entièrement

soluble dans l'acide. Les nombres ci-dessus rentrent dans la formule $Na Si^2 + 2 Al Si + 4 Aq$ assignée à la mésotype d'Auvergne ».

Il considère du reste le minéral analysé comme de la mésotype.

Il me paraît évident que c'est par une erreur de transcription que chaux a été mis à la place de soude. En comparant l'analyse ainsi modifiée avec celles de la mésotype de Marman données page 266, il ne reste aucun doute au sujet de l'exactitude de cette interprétation.

Les recherches faites par M. Gonnard (*B. S. M.* XIV, 165. 1891) pour trouver la scolécite dans les natrolites fibreuses d'Auvergne sont restées sans résultat : tous les échantillons qu'il a étudiés étaient constitués par de la mésotype. Toutefois c'est, selon toute vraisemblance, à la scolécite sodique qu'il y a lieu de rapporter une zéolite fibreuse blanche que m'a communiquée ce savant. Elle tapisse en rosettes blanches les fentes du basalte de Gergovia, près du domaine de Prat (du côté de Sarliève); ses fibres sont négatives suivant leur allongement et renferment à la fois de la chaux et de la soude.

La zone périphérique de la *gonnardite* de Gignat est formée par des fibres très minces négatives d'une zéolite qui est sans doute de la scolécite : elle paraît d'origine secondaire.

2° *Dans les fentes des roches éruptives anciennes et des schistes cristallins.*

Alpes. — *Massif du mont Blanc Haute-Savoie.* Le minéral du glacier de Miage indiqué par Soret comme mésotype est en réalité constitué par une scolécite sodique en petits cristaux nets implantés dans les cavités de la stilbite et de la heulandite qui remplissent les fentes d'une granulite. Ces cristaux sont toujours maclés suivant h^1 (100). Ils présentent les formes m (110), h^1 (100), g^1 (010), $d^{1/2}$ (111), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$). Leurs propriétés optiques ont été données plus haut.

3° *Dans les fentes des roches sédimentaires métamorphisées au contact des roches éruptives.*

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* Les fentes des calcaires paléozoïques (métamorphisés par la granulite) qui avoisinent l'observatoire du pic du Midi de Bigorre sont rarement tapissées par de larges rosettes d'un blanc de lait formées par des aiguilles de scolécite longues de 2 centimètres. Les essais microchimiques y décèlent de la chaux et de la soude. Au microscope, j'ai pu constater la macle et les propriétés

optiques de la scolécite. Les fibres sont en partie transformées en produits monoréfringents et imprégnées de calcite : c'est cette zéolite que M. Frossard a indiquée comme mésotype (*B. S. M.* VI. 87. 1883).

Ariège. J'ai recueilli de larges rosettes de scolécite d'un blanc nacré, seules ou associées à de la chabasie, dans les fentes des calcaires paléozoïques de la vallée de Balbonne (en amont de l'étang) en Mijanès, à leur contact avec le granite.

Les fentes des calcaires et marnes calcaires liasiques métamorphisées par la lherzolite renferment de nombreuses zéolites. Au bois du Fajou en Caussou et à l'Escourgeat dans la vallée de Suc, les surfaces tapissées de chabasie sont souvent recouvertes par des globules de la grosseur d'un pois formés par des aiguilles entrelacées d'une scolécite assez riche en soude.

Gisement douteux.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* M. Frossard a rapporté à la scolécite (*B. S. M.* VI. 87. 1883) une zéolite en masse compacte d'un blanc rosé provenant de la syénite néphélinique de Pouzac. Je n'ai pas trouvé cette espèce dans l'étude que j'ai faite de cette roche intéressante (*B. S. G.* XIII. 511. 1890); les échantillons que je dois à l'obligeance de M. Frossard sont constitués par de la mésotype (voir p. 271) imprégnée de calcite.

MÉSOLITE

$$m\,(Na^2\,Al^2\,Si^3\,O^{10} + 2\,H^2\,O) + n\,(Ca\,Al^2\,Si^3\,O^{10} + 3\,H^2\,O)$$

Triclinique.

Formes et faciès. Les cristaux toujours groupés intimement possèdent des formes très voisines de celles de la scolécite.

Le minéral ne se présente que rarement avec des pointements distincts; le plus généralement, il ne se trouve qu'en masses divergentes finement fibreuses.

M. Gentil a mesuré sur un cristal d'Algérie :

$m\,\bar{m}$ 91°22' ; $m\,b^1$ 115°28'.

Macles. Macle microscopique suivant h^1 (100), constante. Elle ne peut être décelée que par l'étude optique.

Clivages. Clivages m $(1\bar{1}0)$, t (110) parfaits. Les cristaux sont fragiles. Les masses fibreuses le sont moins.

Dureté. 5.

Densité. 2,2 à 2,4; 2,276 Dellys (Gentil).

Coloration et éclat. Incolore, blanche, grise ou jaunâtre; les fibres très serrées sont d'un blanc de porcelaine.

Éclat vitreux dans les cristaux. Transparente ou translucide.

Propriétés optiques. M. des Cloizeaux a montré, par l'étude des propriétés optiques, que le minéral est triclinique (*op. cit.* I. 389); les sections perpendiculaires à l'axe vertical des cristaux qu'il a étudiés se montrent formés par 2 ou 4 secteurs. Dans le cas de deux secteurs triangulaires, leur extinction se fait à 20° ou 24° l'un de l'autre. Dans le cas de quatre secteurs, l'extinction des secteurs opposés est la même : l'extinction de l'une des séries de secteurs se produit à 11° ou 15° de celle de l'autre. Dans les faces de la zone verticale, on voit parfois deux bandes dont l'extinction diffère de 5° à 6° l'une de l'autre.

J'ai pu compléter l'étude des propriétés optiques de ce minéral, grâce aux cristaux des Féroë et d'Islande que M. des Cloizeaux a bien voulu me donner ou que j'ai trouvés dans la collection du Muséum, ainsi qu'aux cristaux d'un nouveau gisement d'Algérie, que m'a remis M. Gentil.

L'examen des sections perpendiculaires à l'axe vertical de tous ces cristaux montre les secteurs signalés par M. des Cloizeaux; ils sont identiques à ceux de la macle de la scolécite décrite page 273, mais les diagonales de la section ne correspondent plus, comme dans ce minéral, à des directions d'éclairement commun. Tandis qu'une des paires de secteurs est presque éteinte quand les diagonales de la section sont mises en coïncidence avec les sections principales des nicols, l'autre paire ne s'éteint qu'à 15° ou 18° de cette direction. Dans les lames très minces, les secteurs présentent des bandelettes très fondues rappelant celles des macles de certains microclines.

L'examen en lumière convergente montre que la section est presque parallèle au plan des axes optiques.

A travers une face prismatique, on voit, en lumière convergente, un axe centré : l'hyperbole est bordée d'un côté par du bleu foncé et de l'autre par du jaune bronzé. Ce sont ces couleurs que l'on observe en lumière parallèle : elles rappellent les teintes de polarisation des pennines et de l'apophyllite. La bissectrice aiguë est *positive* (n_g) et sensiblement perpendiculaire à h^1 (100). L'écartement des axes est grand et difficile à mesurer exactement, à cause des superpositions dues aux macles. La dispersion $\rho > v$ est très forte. L'extinction des sections

perpendiculaires aux deux bissectrices se fait à 5° ou 6° de l'axe vertical.

On voit par ces propriétés que la mésolite se sépare nettement de toutes les autres natrolites. L'allongement est tantôt positif, tantôt négatif. La biréfringence est plus de la moitié moindre que celle de la scolécite, et l'on s'explique dès lors pourquoi les mésolites fibreuses taillées parallèlement à leurs fibres dans la zone d'allongement sont parfois presque monoréfringentes en lames très minces.

M. Luedecke admet (*N. J.* II. 28. 1881 et *Zeitsch. Nat. Halle.* LXIII. 42. 1890) l'existence de trois mésolites, l'une orthorhombique et pauvre en chaux (*galactite* de Bishopton), une autre monoclinique comprenant la plupart des mésolites (Islande, etc.), une troisième enfin, triclinique, uniquement représentée par les cristaux décrits par M. des Cloizeaux (*op. cit.*, I. 389), tandis que M. Schmidt, au contraire, considère toutes les mésolites comme monocliniques. Les données nouvelles que je viens d'exposer ne laissent plus aucun doute de l'identité absolue de la galactite et de la mésotype (page 265) déjà montrée par M. des Cloizeaux ; elles permettent d'affirmer l'existence d'une *mésolite triclinique*, qui, bien loin d'être rare et limitée au cristal décrit par M. des Cloizeaux, est, au contraire, très abondante dans les collections (Islande, Féroë, Algérie, etc.) : je propose de réserver le nom de *mésolite* aux cristaux possédant les propriétés que je viens d'établir et de ranger avec les scolécites toutes les natrolites calcosodiques dans lesquelles la bissectrice aiguë est négative et voisine de l'axe vertical. C'est un de ces derniers minéraux dont M. des Cloizeaux a donné l'écartement des axes dans son article *mésolite* (*op. cit.*, 390).

Composition chimique. La mésolite peut être considérée comme un mélange de

$$m\,\underbrace{(Na\ Al\ Si^3\,O^{10} + 2\ H^2\,O)}_{\text{mésotype}} + n\,\underbrace{(Ca\ Al^2\,Si^3\,O^{10} + 3\ H^2\,O)}_{\text{scolécite}}\,;$$

m et n sont variables dans les divers échantillons étudiés. Le plus souvent $m : n = 1 : 2$ et l'on a alors la composition suivante :

$Si\,O^2$......	46,4
$Al^2\,O^3$.....	26,3
$Na^2\,O$.....	5,3
$Ca\,O$......	9,6
$H\,O$......	12,4
	100,0

Essais pyrognostiques. Donne de l'eau dans le matras. Au chalumeau,

se gonfle, se tord et fond facilement en un émail blanc. Décomposée par l'acide chlorhydrique en faisant gelée.

Diagnostic. La mésolite se distingue de la mésotype et de la scolécite par les propriétés optiques qui ont été exposées plus haut.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Je n'ai à signaler la mésolite que dans les deux gisements français suivants :

Dans les roches volcaniques.

Algérie. — *Alger*. M. Gentil m'a remis un très joli échantillon de mésolite en houppes formées par de longues aiguilles (2^{cm} de longueur) terminées par une pyramide surbaissée. Ce minéral a été recueilli dans une cavité de l'andésite de la rivière de Takdempt près Dellys.

M. Damour m'a communiqué un minéral provenant des basaltes de Dellys et formant des masses blanches divergentes très finement fibreuses, rappelant un peu l'okenite. L'extrémité des fibres est souvent translucide et possède alors un vif éclat vitreux. Elles ne présentent pas de sommets distincts, car l'intérieur des géodes de plusieurs centimètres de diamètre qu'elles tapissent est rempli par de l'apophyllite.

L'examen microscopique montre que cette zéolite, malgré les réactions de la chaux et de la soude qu'elle fournit, n'est pas de la mésolite, mais de la mésotype normale imprégnée d'apophyllite. Les macles suivant *m* (110) y sont très distinctes.

Martinique. — Les tufs basiques de la Martinique renferment parfois de belles géodes tapissées d'aiguilles capillaires enchevêtrées de mésolite.

GONNARDITE

$$(Ca, Na^2)^2 Al^2 Si^5 O^{15} + 5{,}5 H^2 O \ (?)$$

Orthorhombique (?).

Faciès. La gonnardite forme des mamelons blancs à structure fibreuse rappelant l'aspect du *mésole*.

Dureté. 4,5 à 5.

Densité. 2,246 à 2,26 ; 2,357 (Gonnard). Ces variations sont dues aux mélanges dont il est question plus loin.

Coloration et éclat. Blanche. On voit souvent, à l'œil nu, des zones d'accroissement plus ou moins blanches. Éclat soyeux ; translucide, transparente en lames minces.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à l'allongement ; bissectrice aiguë *positive* (n_g) parallèle aux fibres. L'écartement des axes est extrêmement faible ; le minéral paraît souvent uniaxe.

Groupements avec d'autres minéraux. Altérations. — La gonnardite est rarement absolument pure. Le plus souvent, quand on examine même à l'œil nu une lame mince du minéral, on constate que le centre des sphérolites est limpide, alors qu'à l'extérieur se trouvent une ou plusieurs zones blanches diffusant la lumière. L'examen microscopique fait voir que ces zones blanches sont formées par des fibres entrelacées, terminant sans solution de continuité celles de la gonnardite, mais elles sont d'allongement négatif, et leur contact avec la gonnardite se fait par une zone monoréfringente par compensation. Il me paraît probable que ce minéral d'allongement négatif est un produit d'altération de la gonnardite à rapporter peut-être à la scolécite (?), les images en lumière convergente sont trop mauvaises pour qu'il soit possible d'être très affirmatif à cet égard. Il y a lieu de remarquer qu'il n'existe jamais de mélange, fibres à fibres, de ce minéral et de la gonnardite. Ces associations par zones alternatives, positives et négatives rappellent celles du quartz et de la calcédoine.

Enfin plus rarement, cette zone d'altération est remplacée par une bande à la fois fibreuse et zonée de thomsonite (mésole) limpide.

Composition chimique. La formule $(Ca, Na^2)^2 Al^2Si^5O^{15} + 5,5 H^2O$ [dans le cas où $CaO : Na^2O = 5 : 3$] correspondant à la composition donnée en *a*) a été déduite de l'analyse *b*) ; peut-être celle-ci ne représente-t-elle pas exactement la composition du minéral, les mamelons de gonnardite étant, comme on vient de le voir, souvent cerclés de scolécite et de thomsonite et le produit analysé n'ayant pas été examiné optiquement.

b) Analyse du minéral de Gignat, par Pisani (*in* Gonnard, *op. cit.*, 75).

	a)	*b*)
$Si O^2$..........	41,7	42,30
$Al^2 O^3$.........	28,4	28,10
Ca O..........	9,7	10,00
$Na^2 O$.........	6,3	6,70
$K^2 O$..........	»	traces
H^2O.........	13,9	14,10
	100,0	101,20

Essais pyrognostiques. Comme la mésolite et la thomsonite.

Diagnostic. La gonnardite se distingue de la thomsonite (*mésole*) par sa biréfringence beaucoup plus faible, la position de sa bissectrice parallèle aux fibres ; de la mésotype, par sa composition chimique et sa biréfringence plus faible ; de la mésolite, par la position du plan des axes optiques, la biréfringence plus grande, enfin de la stilbite fibreuse (*puflerite*), par le signe de ses fibrés et de sa bissectrice.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les propriétés optiques qui ont été données plus haut, ainsi que la composition chimique, permettent d'affirmer que le minéral qui nous occupe ici est bien distinct de toutes les zéolites connues. Je propose de le nommer *gonnardite*, en l'honneur de mon ami M. Gonnard, le savant auquel l'Auvergne doit la découverte d'un grand nombre de ses richesses minéralogiques et qui a le premier appelé l'attention surle remarquable gisement de Gignat, d'où provient la gonnardite.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. M. Gonnard a décrit, sous le nom de « mésole », le minéral assez abondant à Gignat (Chaux de Bergone, plateau dominant la vallée d'Issoire) (*Soc. agricult. et hist. nat. de Lyon*. 1871 et *C. R*. LXXIII. 1447. 1871) que j'appelle gonnardite.

Cette substance, en mamelons blancs fibreux de la grosseur d'un pois, y tapisse les nombreuses vacuoles de la partie inférieure d'une coulée de basalte doléritique. Elle est recouverte par des cristaux de christianite, de chabasie, d'aragonite, etc., et présente en outre les propriétés et particularités décrites plus haut.

J'ai retrouvé le même minéral dans les échantillons du basalte doléritique du puy de Chalus près Cournon, que m'a envoyés M. Bouhard ; la zone extérieure de signe négatif est plus large que dans le minéral de Gignat. Les roches de ces deux gisements sont, du reste, identiques.

ANALCIME

$Na\ Al\ Si^2\ O^6 + H^2\ O$

Pseudocubique, pseudoquadratique, probablement triclinique.

Formes observées. p (001), a^2 (211), $a^{2/3}$ (332),

$p\ a^{2/3}$ adj., 129°46', $p\ a^{2/3}$ opp., 115°14'.

Faciès des cristaux. La forme la plus habituelle est le trapézoèdre régulier (fig. 1). Parfois le cube domine (fig. 2) et les facettes du trapézoèdre sont alors réduites à de petites facettes sur les angles du cube.

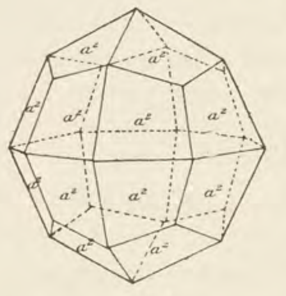


Fig. 1.
Forme commune de l'analcime.

Les cristaux des gisements décrits plus loin sont quelquefois implantés sur leur gangue, de telle sorte que quelques-unes seulement de leurs faces sont visibles et développées d'une façon anormale.

Clivages. Traces de clivage suivant p (001).

Dureté. 5 à 5,5.

Densité. 2,22 à 2,278; 2,24 Dellys (M. Gentil), 2,264 (Réunion).

Coloration. Incolore, blanche, jaune, rose. Les cristaux de Cambo sont parfois superficiellement colorés en jaune foncé et irisés. Éclat vitreux. Transparente ou translucide.

Propriétés optiques. L'analcime est un des minéraux pseudocubiques dont les propriétés optiques ont donné lieu aux plus vives discussions. M. Ben Saude les explique par des décroissements de densité dans des pyramides élémentaires formant le cristal et ayant leur sommet au centre de celui-ci et pour bases les faces extérieures.

Mallard a expliqué ces propriétés en admettant que le minéral est formé par le groupement à angle droit de trois cristaux pseudoquadratiques, chacun d'eux étant en réalité formé par deux individus orthorhombiques dont les axes a et b sont égaux. Les vingt-quatre cristaux orthorhombiques qui constituent un cristal d'analcime correspondent aux vingt-quatre faces d'un hexatétraèdre : il est probable que le réseau élémentaire n'est pas orthorhombique, mais triclinique (Brögger).

Je renvoie pour plus de détails aux mémoires des auteurs précités et à celui de M. Brauns, les cristaux des gisements français ne permettant d'apporter aucun jour sur la question : j'ai pu seulement obtenir, sur un cristal de Cambo, une plaque parallèle à une face cubique, et voisine de la surface du cristal : elle se divise en quatre secteurs sensiblement perpendiculaires à une bissectrice aiguë *négative* avec axes optiques presque réunis.

M. Rinne a montré (*op. cit.*) que la chaleur, en déshydratant l'analcime, la transforme en une leucite sodique plus biréfringente que le

minéral hydraté. Celle-ci est triclinique; la bissectrice négative est inclinée de 4° sur l'axe pseudoquaternaire.

M. G. Friedel, qui a obtenu des résultats analogues sur la déshydratation de l'analcime (*B. S. M.* XIX. 14. 1896), a fait voir que, contrairement à l'opinion émise par M. Klein, l'analcime ne devient pas isotrope quand on la chauffe dans la vapeur d'eau : d'après lui, elle est peut-être réellement cubique après chauffage au-dessus du rouge.

La biréfringence est très faible et voisine de 0,001 [1].

Composition chimique. a) Composition théorique correspondant à la formule $Na\ Al\ Si^2\ O^6 + H^2\ O$;

b) Analyse de l'analcime de Cambo (Lx).

	a)	*b*)
$Si\ O^2$......	54,5	54,39
$Al^2\ O^2$.....	23,2	22,97
$Na^2\ O$.....	14,1	13,89
$H^2\ O$......	8.2	8,78
	100,0	100,03

Essais pyrognostiques. Donne de l'eau dans le tube. Au chalumeau, fond en un verre incolore. Attaquable par les acides en faisant gelée.

Altérations. L'analcime se transforme rarement en albite et en prehnite.

Diagnostic. La forme de l'analcime est très caractéristique; le diagnostic différentiel d'avec la leucite qui présente les mêmes formes réside dans l'existence de l'eau et de la soude dans l'analcime, alors que la leucite est anhydre et potassique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'analcime est une zéolite relativement peu abondante dans les gise-

1. M. Brögger, en démontrant l'identité de l'eudnophite et de l'analcime (*Z. K.* XVI, 569, note, 1890), considère la biréfringence de ce minéral comme égale à celle du labrador et contredit formellement l'opinion que j'ai formulée (*B. S. M.* VIII. 359. 1885) en disant que la biréfringence de cette substance est très faible. L'examen nouveau que j'ai fait de mes échantillons me permet de maintenir complètement le résultat de mes anciennes observations. Les échantillons que j'ai étudiés sont ceux qui ont été antérieurement décrits par M. des Cloizeaux, ainsi que de beaux cristaux d'analcime du Langesundfjörd provenant de la collection du Muséum.

ments français. On l'y rencontre exclusivement dans les deux conditions suivantes :

1° Dans les roches éruptives d'épanchement et dans leurs tufs;

2° Dans les fentes des schistes cristallins.

1° *Dans les roches éruptives d'épanchement et dans leurs tufs.*

a) *Dans les roches basaltiques et dans leurs tufs.*

Plateau Central. — *Haute-Loire*. L. Pascal (*op. cit.*) a cité l'analcime dans le basalte de Queyrières.

Puy-de-Dôme. L'analcime se rencontre soit dans les tufs basaltiques (pépérites), soit dans les basaltes compacts.

a) *Dans les pépérites*. Elle a été signalée pour la première fois par Kleinschrod (*Zeitschr. Hertha*. XIV. 22. 1828), dans la pépérite bitumineuse de Pont du Château. M. Gonnard a indiqué (*B. S. M.* X. 296. 1887), le même minéral dans les pépérites du Puy de la Piquette (revers regardant le village du Crest); les vacuoles et les fissures de la roche sont criblées de petits trapézoèdres translucides souvent accompagnés de mésotype. Il est à remarquer que tandis que dans ce gisement, l'apophyllite en beaux cristaux se rencontre dans les blocs de calcaire à phrygane englobés dans les pépérites et n'existe pas dans les pépérites elles-mêmes; le phénomène inverse a lieu pour l'analcime.

Le même auteur a trouvé récemment l'analcime en petits cristaux limpides associés à de la mésotype ou à de la calcite dans les pépérites vacuolaires du puy de Chalus près Cournon.

J'ai observé de petits trapézoèdres incolores d'analcime accompagnant des cristaux de quartz et de l'opale dans des pépérites imprégnées de bitume, recueillies par M. Gautier au puy Long ; ils existent aussi dans celles du puy de Saint-Sandoux (ou de Barneire) près Clermont, où ils accompagnent la mésotype.

b) *Dans les basaltes*. On rencontre l'analcime dans le basalte du puy de Marman en petits trapézoèdres hyalins et incolores ou d'un blanc laiteux recouvrant directement les cavités de la roche. Elle est souvent elle-même enveloppée par de la calcite de formation plus récente. Elle ne paraît pas se trouver dans les mêmes druses que la mésotype qui a rendu célèbre ce gisement. L'analcime existe aussi dans le basalte de Parentignat, sous la tour de Gevillat (rive droite de l'Allier), à Gergovia (carrière à l'entrée du village de Merdogne) (M. Gonnard).

Algérie. — *Alger*. L'analcime se trouve en gros trapézoèdres a^2 (211) atteignant 1^{cm} de diamètre et en masses dépourvues de formes géométriques, au cap Bengut, près Dellys. M. Gentil l'y a rencontrée intimement associée à la thomsonite au milieu d'une labradorite très altérée.

Réunion. — L'analcime n'est pas rare dans les basaltes vacuolaires de la Réunion. Ses cristaux sont parfois parfaitement limpides et dépassent un centimètre de diamètre; ils se rencontrent notamment avec chabasie au cirque de Salazie. La forme dominante est le trapézoèdre régulier a^2 (211) avec ou sans p (100). J'ai observé plus rarement le cube dominant avec de petits pointements a^2 (fig. 2).

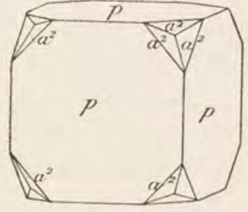


Fig. 2.
Analcime de la Réunion.

Iles Kerguelen. — L'analcime est abondante dans les cavités des basaltes doléritiques plus ou moins altérés des Iles Kerguelen (Buchanan : *Proceed. Roy. Soc*. XXIV. 617. 1876; J. Roth : *Ber. Verhandl. k. preuss. Akad. Berlin*. LX. 723. 1875) et particulièrement dans ceux de Greenland Harbour, de Sonntaghafen et de Palliserhafen.

M. Laspeyres a décrit (*Z. K*. I. 204. 1877) des cristaux d'analcime de 1^{cm} provenant des îles Kerguelen, sans gisement précis : ils présentent la forme des trapézoèdres a^2 (211) accompagnés de $a^{2/3}$ (332); cette dernière forme est limitée à de très petites facettes.

b) *Dans les roches trachytoïdes*
(*andésites acides, trachytes et phonolites*).

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. L'andésite que l'on trouve près du village d'Arudy, sur la route de Saint-Christau renferme des trapézoèdres d'analcime très nets ayant 5 à 6^{mm} de diamètre; ils sont en général transformés en albite et en prehnite. Les échantillons que j'ai étudiés ont été recueillis par M. de Limur : ils sont d'un blanc jaunâtre et opaques; leur véritable nature est facile à déceler au microscope. La structure de ces pseudomorphoses est fort curieuse : l'albite forme, avec la prehnite qui l'enveloppe, une véritable *structure ophitique*. M. Kühn (*Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch*. XXX. 396. 1881) avait déjà cité ce gisement; il signale le même fait dans les diabases de la butte d'Ogeu et de Bélair.

Plateau Central. — *Cantal*. L'analcime se trouve en trapézoèdres

a^2 (211) translucides, de 5^{mm} de diamètre, dans les phonolites du puy Griou et dans ses enclaves amphiboliques (*B. S. M.* XIV. 324. 1891).

M. Rames me l'a indiquée en trapézoèdres incolores dans les cavités d'un trachyte que l'on rencontre sur la route de Murat aux Chazes, après avoir passé le pont de Peyretaillade.

Puy-de-Dôme. Constant Prévot a signalé de petits cristaux d'analcime dans la phénolite de la Roche Tuilière au Mont-Dore (*B. S. G.* IV, 49, 1833).

Constantine. De petits trapézoèdres d'analcime se trouvent dans les druses de l'andésite quartzifère de Bou Serdoun, près Collo, qui renferment l'apophyllite (Gentil, *B. S. M.* XVII. 85. 1894[1]).

Madagascar. — J'ai observé de très petits, mais très limpides trapézoèdres d'analcime dans les druses d'une phonolite néphélinique recueillie entre la baie de Diégo Suarez et celle du Courrier.

c) *Dans les fentes des microgranulites.*

Esterel. — *Var.* De petits cristaux limpides a^2 (211) d'analcime ont été signalés par M. Gonnard (*B. S. M.* XV. 231. 1892) dans les fentes de la microgranulite à amphibole (porphyre bleu de Saint-Raphaël) d'Agay.

M. Nentien m'a communiqué une géode d'une enclave granitoïde (anorthite et hornblende) de cette même roche recueillie dans la carrière du Dramont (voir à *andésine*). Elle contient avec des cristaux de stilbite, de laumonite et d'épidote de jolis trapézoèdres d'analcime.

2° *Dans les fentes des schistes cristallins.*

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* J'ai rencontré de beaux cristaux d'analcime dans les fissures des gneiss du tunnel de Cambo ; c'est la zéolite qui y est la moins fréquente ; elle est presque toujours associée à la heulandite, à la chabasie, à la calcite et à la pyrite. La seule forme observée est le trapézoèdre a^2 (211). Les petits cristaux de 1 à 2^{mm} de diamètre sont parfaitement translucides et complets.

1. Dans cette note M. Gentil a décrit, en outre, des cristaux de *datholite* provenant des mêmes roches. C'est un gisement à ajouter à ceux que j'ai donnés à la page 77 du tome I. Ces cristaux qui seront étudiés avec plus de détails dans mon premier supplément présentent les faces h^1 (100), h^3 (210), p (001), e^1 (011), $\gamma = (d^1/^2\ d^1/^6\ h^1)$ (421), $\varepsilon = (b^1\ b^1/^3\ h^1)$ $(\bar{2}11)$.

Des cristaux de plus grande taille atteignant 1cm 5 de diamètre et d'un blanc laiteux sont appliqués sur le gneiss ; ils sont aplatis et déformés, ils constituent une sorte d'enduit à la surface du gneiss ; de telle sorte qu'une partie seulement de leurs faces est visible et qu'ils ne peuvent être isolés de leur gangue. Quelques-uns de ces cristaux sont jaunes et présentent souvent un éclat pseudo-métallique, grâce à une légère pellicule ferrugineuse.

L'analcime recouvre toujours directement la paroi gneissique ; toutes les autres zéolites lui sont postérieures.

GROUPE DE LA HEULANDITE

Le groupe de la heulandite ne comprend que deux espèces, dont la composition peut être représentée par une même formule :

Heulandite...... $H^4\ Ca\ Al^2\ Si^6\ O^{18} + 3\ H^2O$
Brewsterite...... $H^4\ (Sr, Br, Ca)\ Al^2\ Si^6\ O^{18} + 3\ H^2O$.

Elles présentent de grandes analogies de formes, de clivages et de propriétés optiques. Toutes deux sont monocliniques avec fréquents groupements intimes.

HEULANDITE

$H^4\ Ca\ Al^2\ Si^6\ O^{18} + 3\ H^2O$

Monoclinique : $mm = 136°\ 4'$ (Dx.) [1].
$b : h = 1000 : 796,195$. $D = 927,360$. $d = 379,170$.
angle plan de $p = 136°\ 3'14''$;
angle plan de $m = 90°31'59''$;
$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 0,40347 : 1 : 0,85858 \\ zx = 88°34' \end{array}\right]$

Formes observées. p (001), m (110), g^1 (010), o^1 (101) a^1 ($\bar{1}01$).

Les angles mesurés ont été pris par moi sur la heulandite de la

1. J'ai adopté, pour la heulandite et pour la brewsterite, les formes et les paramètres donnés par M. des Cloizeaux. Beaucoup d'auteurs prennent pour c une valeur moitié moindre : o^1 (101) devient alors $o^{1/2}$ (201), etc.

carrière de l'Étang, près Saint-Nazaire et sur celle de Cambo (Lx.).

	Angles calculés	Angles mesurés			Angles calculés	Angles mesurés
$m\,m$	136° 4′	135°54′ 136° Lx		$o^1\,a^1$ sur h^1	129°40′	129°38′ Lx
*$m\,g^1$	111°58′	111°40′ 58′ Lx		$p\,m$ ant.	91°19′	91°12′ Lx
*$p\,o^1$	116°20′	116°28′ 24′ Lx		$m\,o^1$ adj.	147°16′	147°25′ 10′ Lx
*$p\,a^1$	114° 0′	114°53′ 10′ Lx		$m\,a^1$ adj.	142°53′	146°50′ Lx

Faciès des cristaux. Les cristaux de heulandite sont peu variés de forme. Ils peuvent être rapportés à deux types. Dans le premier, les cristaux sont plus ou moins aplatis suivant le clivage nacré g^1 (010) (fig. 2) ; ils présentent les faces g^1 (010), p (001), o^1 (101), a^1 ($\bar{1}$01). Les faces m (110), presque toujours présentes, sont peu développées. Quelques cristaux sont allongés suivant une arête $o^1 a^1$ (101) ($\bar{1}$01) (fig. 5). La face o^1 est généralement plus développée que p et a^1 ($\bar{1}$01) (fig. 4 et 5).

Dans le second type, les faces m (110), o^1 (101) et a^1 ($\bar{1}$01) sont à peu près également développées. Les cristaux sont peu aplatis et ressemblent à des prismes quadratiques (*beaumontite*) (fig. 3).

Clivages. Clivage g^1 (010) parfait.

Dureté. 3,5 à 4. Fragile.

Densité. 2,18 à 2,26. 2,25 (Cambo).

Coloration et éclat. Blanche, jaunâtre ou jaune, quelquefois rouge (inclusions ferrugineuses). Poussière blanche. Éclat vitreux, nacré suivant g^1 (010). Transparente ou translucide.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques perpendiculaires à g^1 (010), le plus souvent presque parallèle à p (001), mais quelquefois presque perpendiculaire à cette face. La bissectrice aiguë *positive* (n_g) est perpendiculaire à g^1 (010). L'écartement des axes est très variable dans l'étendue d'une même plage, 2 E = 0° à 92°. La valeur la plus habituelle est voisine de 52°. Dispersion faible, $\rho < v$ quand le plan des axes est parallèle à p (001), $\rho > v$ quand il est perpendiculaire à cette face (Dx.). Dispersion *croisée* très nette. Le plan des axes pour le rouge et le plan des axes pour le bleu sont inclinés l'un sur l'autre de 7° à 12°.

M. des Cloizeaux a montré (*op. cit.*, 426) qu'en chauffant une lame de heulandite vers 100°, on voit l'écartement des axes rouges diminuer, devenir nul; les axes pour le bleu s'ouvrent ensuite dans un plan perpendiculaire à celui qui contenait précédemment les axes pour le rouge; puis, à mesure que la température s'élève, les uns et les autres s'écartent de

plus en plus de ce plan. Mallard a fait voir (*B. S. M.* V. 255. 1882) que ce changement de propriétés optiques est lié à la perte de deux molécules d'eau effectuée vers 150° (la troisième part à 180°) ; il est reversible quand la heulandite les a réabsorbées par exposition à l'air humide. Quand le chauffage a été porté assez loin, la normale à la plaque n'est plus une bissectrice, mais n_m. A ce moment, les secteurs de la fig. 1 n'existent plus, et le plan des axes est parallèle à g^1 (010). M. Rinne (*op. cit.*), qui a repris la question, considère le minéral comme étant alors orthorhombique. Si la chaleur est poussée plus loin, les secteurs réapparaissent ; le plan des axes devient perpendiculaire à g^1 et n_p, perpendiculaire à a^1 ($\bar{1}01$). Une nouvelle augmentation de température fait disparaître les secteurs et diminue la biréfringence, qui finit par devenir nulle.

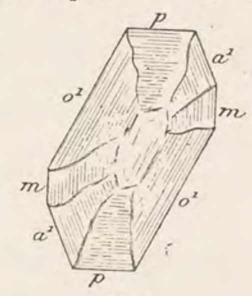


Fig. 1.
Lame g^1 (010) de heulandite de Cambo.

$\mathbf{n}_g = 1{,}505$ (M L. et Lx.);
$\mathbf{n}_m = 1{,}499$;
$\mathbf{n}_p = 1{,}498$;
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}007$.

Composition chimique. a) Composition chimique répondant à la formule $H^4 Ca Al^2 Si^6 O^{18} + 3 H^2 O$;

b) Analyse de la heulandite de Cambo (Lx.).

	a)	*b*)
SiO^2.......	59,2	58,27
Al^2O^3......	16,8	16,79
CaO	9,2	8,37
Na^2O	»	1,45
H^2O	14,8	15,97
	100,0	100,45

Une petite quantité de CaO est souvent remplacée par une proportion équivalente de SrO.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, blanchit, se gonfle et fond en un émail blanc. Décomposée par l'acide chlorhydrique en donnant de la silice pulvérulente.

Diagnostic. La heulandite se distingue aisément de la stilbite (qu'elle accompagne fréquemment) par son clivage facile, donnant des

lames unies et non ondulées comme celui de la stilbite ; ces lames de clivage sont perpendiculaires à la bissectrice aiguë positive et non parallèles au plan des axes, comme dans la stilbite. (Voir page 294 pour le diagnostic d'avec la brewsterite.)

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

1° *Dans les roches éruptives.*

a) Dans les roches volcaniques.

La heulandite, si abondante dans les roches volcaniques d'Islande, des Feroë, etc., manque dans celles du Plateau central. Elle se trouve dans les amygdales des basaltes des gisements coloniaux suivants :

Ile Saint-Paul. — M. Vélain a bien voulu me remettre d'intéressants basaltes vacuolaires qu'il a recueillis à l'île Saint-Paul (baie des Manchots), et dans lesquels il avait remarqué de nombreux et brillants petits cristaux. Ceux-ci, dans les échantillons que j'ai examinés, sont exclusivement constitués par de la *heulandite* présentant les formes habituelles avec aplatissement suivant g^1 (010) et allongement suivant l'axe vertical.



Fig. 2.
Heulandite de Saint-Paul.

Iles Kerguelen. — La heulandite se trouve en grande quantité dans les fissures et les amygdales des basaltes doléritiques des îles Kerguelen, et particulièrement à Greenland Harbour, au mont Moseley (avec chabasie et calcite), à Hafeninsel, entre Sonntaghafen et Palliserhafen (avec chabasie, analcime, calcédoine, quartz) (voir à *analcime*).

b) Dans les roches éruptives anciennes.

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. Nous avons signalé, M. Baret et moi (*B. S. M.* XII. 533. 1889), de petits cristaux de heulandite identiques à ceux de Saint-Nazaire décrits plus loin, dans les fentes du gabbro du massif du Pallet, à la carrière de Liveau, près Gorges ; ils sont associés à la calcite et ne dépassent pas 1^{mm} de plus grande dimension.

2° *Dans les fentes des schistes cristallins et des roches sédimentaires.*

Je ne séparerai pas les uns des autres ces divers gisements, qui sont

les seuls de la France continentale dans lesquels la heulandite ait été rencontrée jusqu'à présent.

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* J'ai décrit (*B. S. M.* XII. 103. 1889) de petits cristaux de heulandite d'un blanc jaunâtre, que M. Baret a découverts dans les fentes du gneiss pyroxénique à dipyre de la carrière de l'Étang, près Saint-Nazaire. Elle présente les formes de la *beaumontite* de Baltimore. Les cristaux n'ont guère plus de 2^{mm} ; ils sont rares.

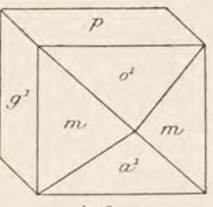


Fig. 3
Heulandite de la carrière de l'Étang.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* La heulandite de Cambo présente des faces remarquablement nettes et brillantes ; c'est elle qui a fourni les angles donnés plus haut. Les cristaux ne dépassent guère 4^{mm}. Ils sont toujours associés à la chabasie et à l'analcime, plus rarement à la stilbite. Les échantillons dans lesquels j'ai trouvé ces quatre zéolites réunies ne proviennent pas du remplissage de fentes rectilignes comme celles qui abondent dans ce gisement, mais de géodes très irrégulières provenant de la décomposition profonde du gneiss, qui est littéralement imprégné de zéolites, il est par suite devenu très fragile et fendillé sur quelques centimètres.

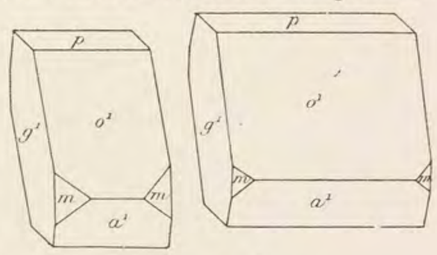


Fig. 4 et 5.
Heulandite de Cambo.

Les formes les plus habituelles sont g^1 (010), o^1 (101), a^1 ($\bar{1}01$), m (110), avec souvent allongement des cristaux suivant une arête o^1 a^1 (fig. 4 et 5).

La heulandite de ce gisement est souvent colorée en jaune par des imprégnations ferrugineuses. Sa surface est parfois irisée et possède un éclat pseudo-métallique. Elle est nettement postérieure à l'analcime et quelquefois implantée sur la chabasie.

Hautes-Pyrénées. La heulandite est rare en petits cristaux dans les fissures de diverses roches métamorphiques des environs du lac Bleu (massif du pic du Midi de Bigorre).

Elle se présente en masses laminaires de grande taille dans les fentes des calcaires paléozoïques de Rioumaou, sur la route de Luz à Gavarnie (voir à *brewsterite*).

Ariège. La heulandite accompagne en petits cristaux du premier type la stilbite de la route d'Arnave à Cazenave.

Alpes. — *Massif du mont Blanc. Haute-Savoie.* La heulandite en petits cristaux ou en lames sans contours distincts est associée à la stilbite du glacier de Miage.

Isère. Le même minéral, avec ses formes habituelles, accompagne la stilbite de l'Oisans ; il y est beaucoup plus rare que ce dernier minéral. M. Groth l'a signalé notamment avec calcite et axinite à la Balme d'Auris. (*Sitzb. d. k. bayer Akad.* 394. 1885.)

BREWSTERITE

$$H^4 (Sr, Ba, Ca) Al^2 Si^6 O^{18} + 3 H^2 O$$

Monoclinique : $mm = 136°$ (Brooke.)
$b : h = 1000 : 779{,}42$. $D = 926{,}917$. $d = 375{,}267$
angle plan de $p = 135° 5'6''$
angle plan de $m = 91°22'31''$
[$a : b : c = 0{,}40486 : 1 : 0{,}84084$]
[$zx = 86°20'$]

Formes observées. p (001), m (110), g^1 (010), g^1 (120), e^6 (016). J'ai mesuré les angles suivants sur les petits cristaux de Rioumaou :

	Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés	Angles mesurés
$m\,m$	136° 0′	136° 5′	$p\,e^6$	176° 0′	176° 4′
$m\,h^1$	158° 0′	158° 8′	$^*e^6\,e^6$ sur p	172° 0′	
$^*m\,g^1$	112° 0′	112°10′	$p\,m$	93°24′	93°28
$g^3\,g^1$	128°56′	128°50′	$e^6\,m$ ant.	94°53′	
$^*p\,h^1$	93°40′				

Faciès des cristaux. Les cristaux de brewsterite forment des tables allongées suivant l'axe vertical plus ou moins aplaties suivant g^1 (010).

Les faces de la zone prismatique sont striées verticalement ; p et e^6 sont souvent arrondies.

Clivages. Clivage parfait suivant g^1 (010), traces suivant h^1 (100).

Dureté. 5 à 5,5.

Densité. 2,12 à 2,45. 2,403. (Rioumaou.)

Coloration et éclat. Blanche, jaune ou verdâtre. Éclat vitreux très vif, nacré suivant le clivage facile g^1 (010). Poussière blanche. Transparente ou translucide.

Inclusions. A Rioumaou, j'ai observé des cristaux pénétrés de ripidolite d'un gris verdâtre. Les lames minces du minéral sont tout à fait identiques à celles de l'adulaire chloritée des Alpes représentée par la fig. 49 de la page 110.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques perpendiculaire à g^1 (010). Bissectrice aiguë *positive* (n_g), perpendiculaire à cette même face. Dispersion $\rho > v$ et *dispersion croisée* faible. Le plan des axes pour le rouge est incliné de 1° à 2° sur celui pour le bleu.

Fig. 1.
Épure de la face g^1 (010).

La brewsterite de Rioumaou présente souvent une structure homogène. Dans une lame g^1 (010) (fig. 1), la trace n_p du plan des axes optiques fait un angle de 21° à 23° avec h^1, dans l'angle obtus de $p h^1$ (001)(100) (rayons rouges), et un angle de 22° pour les rayons bleus (Dx.).

$$2\,E = 102 \text{ à } 103°, \text{ lumière blanche;}$$
$$94° \quad — \quad \text{(rouge).}$$

La structure de la brewsterite n'est pas toujours aussi simple. Le plus souvent, les lames g^1 (010) présentent un secteur cunéiforme ayant une orientation différente de celle du reste de la plage. La fig. 2 indique l'aspect de ces divers secteurs, d'après M. des Cloizeaux.

Les angles d'extinction ne sont pas les mêmes dans le secteur central que dans la plage qui l'englobe, mais ils varient avec les localités. D'après les observations que M. des Cloizeaux a bien voulu me communiquer et que j'ai répétées sur les plaques qu'il m'a données ou sur celles des échantillons recueillis par moi-même, dans la brewsterite de Strontian et du col du Bonhomme, l'angle d'extinction du secteur central (fig. 2) se fait à 14 ou 15° de l'axe vertical ;

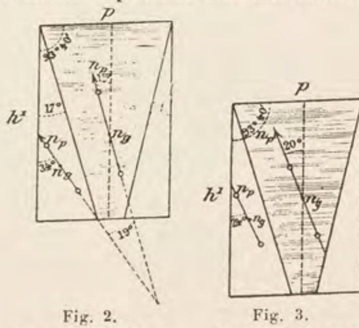


Fig. 2.
Face g^1 (010) de la brewsterite d'Écosse.

Fig. 3.
Face g^1 (010) de la brewsterite de Barèges

celle des deux autres secteurs à 19° environ de l'extinction de ce premier secteur, c'est-à-dire à 33 ou 34° de l'axe vertical.

Dans des lames de Barèges, au contraire, l'angle d'extinction du secteur central est voisin de 20° et celui des autres secteurs de 24°; il n'y a donc plus qu'une différence de 4° entre les diverses orientations de la lame g^1 (010) (fig. 2). Elle devient nulle dans les cristaux de Rioumaou dont les lames g^1 sont par suite homogènes comme on l'a vu plus haut.

L'écartement des axes augmente légèrement par la chaleur. Le plan des axes optiques se déplace d'environ 4°54 (rouge) entre 21°5 C. et 146°5 C. (Dx.).

Composition chimique. La formule H^4 (Sr, Ba, Ca) Al^2 Si^6 O^{18} + 3 H^2 O correspond à la composition suivante, dans le cas où le rapport Sr : Ba : Ca = 4 : 2 : 1.

SiO^2	54,4
Al^2O^3	15,3
Sr O	8,9
Ba O	6,6
Ca O	1,2
H^2 O	13,6
	100,0

Essais pyrognostiques. D'après M. Damour, la brewsterite perd 1,65 °/₀ d'eau après un mois d'exposition à l'air sec. A 100°, elle perd 0,2 °/₀; à 130°, 7,7 °/₀; à cette température, les cristaux deviennent électriques et s'attirent mutuellement; ils sont blancs et opaques. Après 48 heures d'exposition à l'air libre, la perte est en partie compensée (elle n'est plus que de 2,7 °/₀). A 190°, le minéral perd 8,2 °/₀ et revient à son poids initial après 48 heures d'exposition à l'air. A 270°, il perd 10,1 °/₀ et devient opaque; après huit jours d'exposition à l'air humide, le minéral a réabsorbé de l'eau et sa perte est réduite à 1,2 °/₀. Au rouge sombre, la perte est de 12,8 °/₀, et le minéral ne réabsorbe plus d'eau. Au rouge vif, il perd 13,3 °/₀.

Au chalumeau, la brewsterite fond facilement en un émail blanc bulleux; elle est attaquée par l'acide chlorhydrique, avec dépôt de silice pulvérulente.

Altérations. La brewsterite des Pyrénées se transforme en calcite.

Diagnostic. La forme et les propriétés optiques permettent aisément de distinguer la brewsterite de la heulandite, qui possède en outre une densité plus faible; l'existence de la baryte et de la strontiane constitue aussi un caractère différentiel important de la brewsterite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La brewsterite est un minéral des druses des schistes cristallins, des roches métamorphiques, etc.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* La brewsterite a été signalée par M. des Cloizeaux, aux environs de Barèges, d'après des échantillons de la collection du Muséum et de celle de l'École des Mines, recueillis autrefois par Picot de Lapeyrouse.

J'ai trouvé ce minéral dans un grand nombre de localités de cette région. Le gisement le plus remarquable est l'ancienne carrière de calcaire du quartier de montagne Rioumaou, sur la route de Luz à Gavarnie, peu après avoir dépassé le pont de Saint-Sauveur ; c'est de là que proviennent certainement les échantillons de Picot de Lapeyrouse.

Les parois de cette carrière sont traversées par des diaclases tapissées de cristaux de brewsterite pouvant atteindre 1 centimètre 5 de longueur ; ils sont intimement associés à de la calcite, lamellaire suivant a^1 (0001) ; les autres zéolites (chabasie, laumontite) qui se trouvent dans la même roche s'observent dans des géodes distinctes. Les cristaux, très frais, présentent les faces g^1 (010), m (110), g^3 (120), p (001) et e^6 (016) (fig. 4 et 5).

Dans la collection de Gillet de Laumont, conservée au Muséum, j'ai

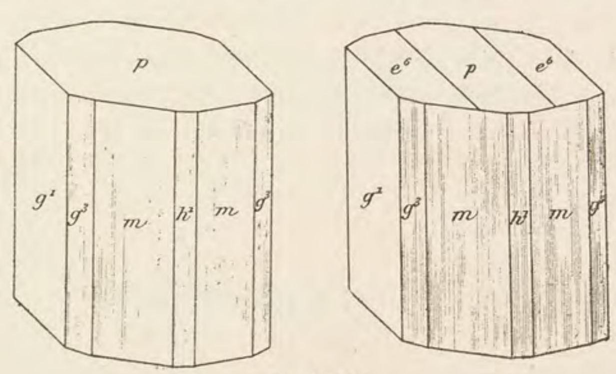


Fig. 4 et 5.
Brewsterite de la carrière de Rioumaou.

trouvé un groupe de cristaux provenant de ce même gisement et atteignant individuellement 1^{cm} 5 suivant l'axe vertical. Ils présentent les

formes p (001), h^1 (100), g^1 (010) : ils étaient étiquetés « apophyllite de Saint-Sauveur ». Ils constituent sans doute les plus grands cristaux de brewsterite qui aient été trouvés jusqu'ici. Quelques-uns d'entre eux sont pseudomorphisés en calcite ; ils doivent leur couleur gris-verdâtre à des inclusions de ripidolite.

La brewsterite n'est pas rare dans les schistes métamorphisés des contacts granitiques des environs immédiats de Barèges, depuis la Piquette déras lids jusqu'au col du Tourmalet. Les cristaux y sont souvent nets, mais moins abondants et plus petits qu'à Rioumaou.

Gisements incertains.

Alpes. — *Massif du mont Blanc.* Dufrénoy a signalé, d'après deux échantillons de l'École des Mines, l'existence de la brewsterite au col du Bonhomme. La forme, l'aspect, les propriétés optiques de ces cristaux sont identiques à ceux de la brewsterite blanc-jaunâtre de Strontian, en Écosse; ils reposent sur la même gangue (gneiss granitique); aussi peut-on se demander si le gisement en question est bien authentique, l'origine des échantillons en question étant inconnue. Je ne crois pas que la brewsterite du col du Bonhomme ait jamais été signalée en place ni qu'elle existe dans aucune autre collection. Favre (*Descr. de la Savoie*, III. 53. 1867), en citant ce gisement d'après les échantillons précités, pense que le minéral en question a *pu* être recueilli près des chalets de la Saucé, où se trouvent des schistes cristallins.

Isère. M. des Cloizeaux signale (*op. cit.* I. 422) l'existence de la brewsterite « dans le département de l'Isère? » sans indication plus précise. Je n'ai pu recueillir aucun renseignement précis à ce sujet.

GROUPE DE LA CHRISTIANITE

Les minéraux de ce groupe sont au nombre de trois :

Christianite	$(K^2, Ca)\,Al^2\,Si^4\,O^{12} + 4{,}5\,H^2\,O$
Harmotome	$H^2\,(K^2, Ba)\,Al^2\,Si^5\,O^{15} + 5\,H^2\,O$
Stilbite	$(Na^2, Ca)\,Al^2\,Si^6\,O^{16} + 6\,H^2\,O$

Ils présentent entre eux les analogies les plus grandes dans leurs formes et leurs propriétés optiques. Des groupements *intérieurs* ou des macles macroscopiques conduisent à des formes *extérieures* pseudoquadratiques ou pseudorhombiques : l'étude des propriétés optiques montre que le réseau est en réalité triclinique, bien que pseudomonoclinique.

Les macles sont les mêmes dans ces divers minéraux ; leur complication atteint son maximum dans la christianite : elles sont réduites à des groupements microscopiques dans la stilbite. Mallard a montré que ces minéraux avaient des paramètres pseudocubiques et qu'ainsi s'expliquent les groupements rectangulaires qui, dans leur état de perfection le plus complet, conduisent au rhombododécaèdre régulier. Ce dernier mode de groupement est fort remarquable en ce qu'il apporte une preuve palpable à l'explication que Mallard a donnée de la structure d'un grand nombre de minéraux pseudocubiques.

On peut joindre à ce groupe la

Gismondine..... $Ca\,Al^2\,Si^4\,O^{12} + 4\,H^2\,O$.

CHRISTIANITE

$(K^2, Ca)\,Al^2\,Si^4\,O^{12} + 4{,}5\,H^2\,O$

Monoclinique : $mm = 120°6'$ (Dx.)

$b : h = 1000 : 996{,}999$. $D = 818{,}529$. $d = 574{,}466$

angle plan de $m = 109°52'30''$

angle plan de $m = 109°\ 8'\ 8''$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 0{,}7018 : 1 : 1{,}2180 \\ zx = 55°11' \end{array}\right]$$

Formes observées. p (001), m (110), h^1 (100), g^1 (010), g^3 (120).

Les angles suivants ont été mesurés par M. Gonnard sur des cristaux du mont Simiouse.

	Angles calculés		Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés
mm	120° 6'	ph^1	124°49'	125°54' à 126°18' G.	pe^1	135°
mh^1	150° 3'	$h^1\bar{h}^1$	110°22'	110°30' G.	$m\bar{m}$ sort.	179°38'
mg^3	160°54'	pm ant.	119°39'		macles de Marburg.	
g^3g^1	139° 3'	$m\ \bar{m}$	120°42'		$m\bar{m}$ rentr.	180°22'
h^1g^1	90°				macles de Périer.	

Macles et faciès des cristaux. Les cristaux de christianite sont toujours maclés ; ils présentent les types suivants :

1° *Macle simple* (Macle de la morvenite) (voir à *harmotome*). — Deux cristaux sont maclés suivant p (001) ; l'assemblage présente une apparence pseudoquadratique ou pseudorhombique (fig. 1).

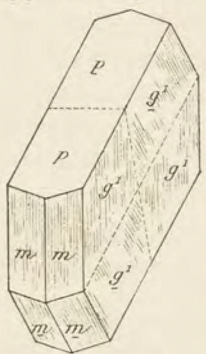


Fig. 1.
Macle de la morvenite.

2° *Macles doubles*. Deux macles suivant la loi de la morvenite se groupent en croix, de façon à être unies par une face voisine de e^1 (011) (e^1 e^1 étant très voisin de 90°).

Ces groupements peuvent se produire suivant trois modes :

a) Macle de Marburg. — Les faces g^1 (010) des cristaux sont à l'extérieur du groupement, qui peut présenter des angles rentrants (fig. 2) ou en être dépourvus (fig. 14). Les faces m (110) du pointement présentent des stries parallèles à leur intersection avec les faces g^1 (010) extérieures ; les faces m adjacentes des deux individus font entre elles un angle rentrant à peine sensible.

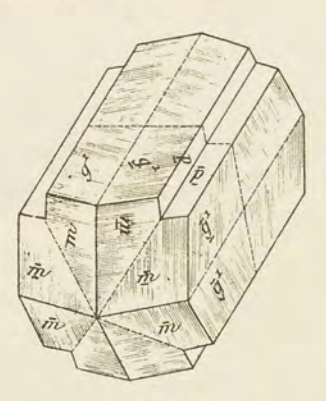


Fig. 2.
Macle de Marburg.

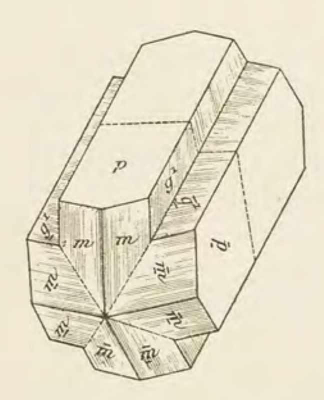


Fig. 3.
Macle de Périer.

b) Macle de Périer. — Les faces p (001) sont à l'extérieur. Les stries sur les faces m (110) du sommet permettent de différencier cette macle de la précédente ; elles sont perpendiculaires à l'arête d'intersection de la face m et des faces extérieures. Les faces m adjacentes des deux individus contigus font entre elles un angle saillant à peine visible. Il peut y avoir (fig. 3) ou ne pas y avoir d'angles rentrants (fig. 15).

On verra plus loin que les propriétés optiques permettent facilement de distinguer ces deux macles l'une de l'autre.

c) Macle de Bowling. — Plus rarement, la macle est disposée de telle sorte que les faces extérieures sont constituées à la fois par des plages *p* (001) et g^1 (010) (fig. 4). J'ai signalé cette disposition dans des cristaux d'harmotome de Bowling (Écosse) : elle existe dans les cristaux du mont Simiouse.

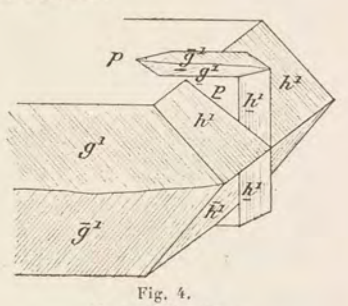
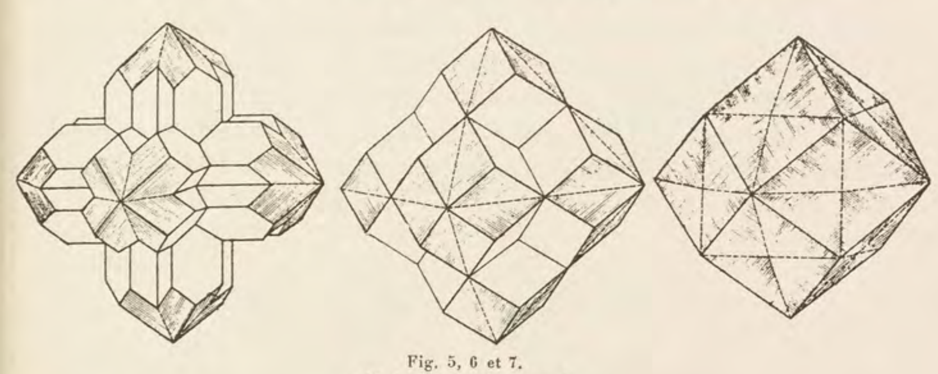


Fig. 4.
Macle de Bowling.

3° *Macles triples*. Trois groupements cruciformes de l'un des types *a* ou *b* sont groupés suivant *m* (110). Les axes *a* des trois groupes de cristaux sont croisés à angle droit. Les figures 5 et 6, empruntées à un mémoire


Fig. 5, 6 et 7.
Macles triples de Stempel.

de Köhler (*P. A.* XXXVII. 560. 1836), montrent les dispositions de ces groupements complexes qui peuvent conduire à un pseudo-rhombododécaèdre [fig.7, d'après M. Streng (*N. J.* 1874. 561)].

Toutes ces macles se présentent dans les gisements français, passés en revue plus loin.

Clivages. Clivages *p* (001), g^1 (010), cassure inégale ; fragile.

Dureté. 4 à 4,5.

Densité. 2,2.

Coloration et éclat. Incolore, parfois blanc laiteux, jaunâtre ou rougeâtre par suite d'un commencement d'altération. Éclat vitreux. Transparente ou translucide.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques perpendiculaire à g^1 (010). Dans g^1 (010), la bissectrice aiguë *positive* (n_g) fait avec p (001), dans l'angle aigu de $p\,h^1$ (001) (100), un angle de 11° à 30°, suivant les échantillons (Dx.) (fig. 8). Cet angle est le suivant dans les christianites françaises :

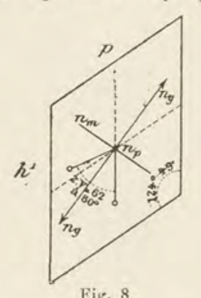


Fig. 8.
Épure de la face g^1 (010) perpendiculaire à la bissectrice obtuse n_p.

17°15′	Verrière (Dx.);
16°58′	Prudelle (Dx.);
11°	Périer (M L.).

L'examen en lumière polarisée parallèle montre, comme l'a déjà signalé M. Langemann, que la christianite est bien triclinique. Sur p (001) l'extinction dépasse souvent 10° par rapport à l'arête $p\ g^1$. Sur les sections perpendiculaires à l'axe a [voisines de a^1 ($\bar{1}01$)], l'extinction des secteurs atteint souvent 5 ou 6° de part et d'autre de la ligne de macle au lieu de lui être parallèle, comme cela devrait être si le minéral était monoclinique (fig. 11).

Les propriétés optiques qui viennent d'être établies font voir qu'il est facile, à l'aide des seules propriétés optiques, de distinguer l'une de l'autre la macle de Marburg de celle de Périer. En effet, les sections

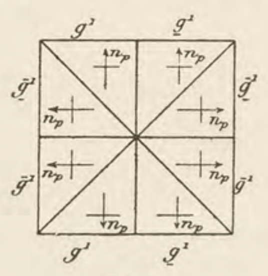


Fig. 9.
Section de la macle de Marburg perpendiculaire à l'axe a.

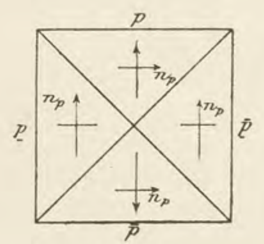


Fig. 10.
Section de la macle de Périer perpendiculaire à l'axe a.

perpendiculaires à l'arête $p\ g^1$, c'est-à-dire à l'arête d'allongement de ces macles cruciformes, montrent une division en secteurs dont les fig. 9 et 10 donnent la représentation *théorique*. En réalité, les lignes de jonction sont toujours irrégulières, le contact des individus maclés ne se faisant pas suivant un plan. Ces sections transversales, étant perpendiculaires à g^1 (010), contiennent l'axe n_p qui, dans la macle de Marburg,

est dirigé presque perpendiculairement aux faces extérieures, et, dans la macle de Périer, parallèlement à la trace de ces faces sur le plan de figure. Il en résulte que, dans le premier cas (macle de Marburg), la diagonale des secteurs triangulaire est de signe *négatif* (fig. 9) et qu'elle est de signe *positif* dans le cas de la macle de Périer (fig. 10). Ce moyen de diagnostic est très commode pour l'étude des cristaux de christianite engagées dans les roches.

Fig. 11. Section de la macle de Marburg perpendiculaire à l'axe *a* (Simiouse).

La figure 11 montre que les figures précédentes sont théoriques ; en réalité les secteurs sont très enchevêtrés. Il se produit même des croisements de lames conduisant en lumière polarisée parallèle à des compensations et en lumière polarisée convergente à une véritable uniaxie (partie pointillée de la figure).

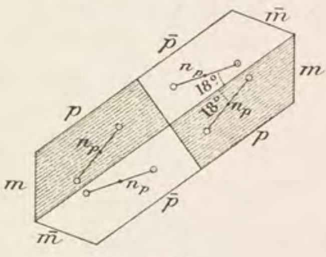


Fig. 12. Section g^1 (face extérieure) de la macle de Marburg.

La macle de Marburg se reconnaît aisément dans les sections parallèles aux faces extérieures g^1 (010), à condition que la plaque passe à la surface du cristal (fig. 12). Cette face est en effet peu oblique sur la bissectrice obtuse n_p (fig. 11). Si la plaque n'est pas faite près de la surface elle intéresse tous les individus du groupement, et alors on observe à la fois et souvent enchevêtrées des plaques parallèles à g^1 (010) et d'autres parallèles à p (001).

Dans les échantillons de Gignat, j'ai observé de curieux groupements. Une section d'un cristal de christianite, perpendiculaire à l'arête pg^1, montre la forme représentée par la figure 13 : elle est entourée par une zone à fibres positives implantées perpendiculairement à ses faces extérieures. Tout cet ensemble est englobé par de plus larges fibres respectivement parallèles et perpendiculaires aux diagonales du cube. Elles sont de signe positif. On peut mettre en évidence ces deux séries de fibres en les éteignant successivement.

L'angle des axes est très variable, suivant les localités et même les échantillons d'une même localité, ce qui s'explique par les enchevêtrements décrits plus haut.

$$2\ V = 62^\circ \text{ à } 80^\circ.$$

L'indice moyen déduit des mesures d'écartement d'axes présente les

mêmes variations n_m = 1,48 (Somma) 1,51 (Richmond) (Dx.).

$n_g - n_p$ — 0,003 environ.

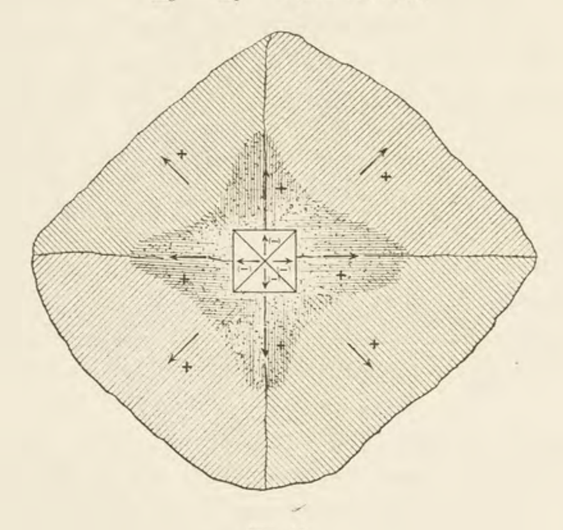


Fig. 13.
Section perpendiculaire à l'axe *a* d'une macle de Stempel (Gignat).

D'après M. Rinne (*op. cit.*), sous l'influence de la chaleur, les propriétés optiques changent peu ; le plan des axes optiques se rapproche de *p* (001) et la biréfringence diminue.

Composition chimique. *a*) Composition théorique, correspondant à la formule (K^2, Ca) $Al^2 Si^4 O^{12} + 4,5 H^2O$, dans l'hypothèse Ca : $K^2 = 2:1$;

b) Analyse de la christianite de Prudelle, par Pisani (*in* Gonnard *op. cit.* 70).

	a)	*b*)
$Si O^2$........	48,8	45,10
$Al^2 O^3$.......	20,7	24,10
Ca O........	7,6	7,80
$K^2 O$........	6,4	7,00
$Na^2 O$.......	»	0,74
$H^2 O$........	16,5	16,34
	100,0	101,08

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, facilement fusible en un émail blanc. Fait gelée dans l'acide chlorhydrique.

Diagnostic. Les macles constituent le meilleur caractère différentiel de la christianite. Elles ne permettent pas, cependant, de la distinguer

de l'harmotome, qui est beaucoup plus rare ; mais les propriétés optiques donnent un bon diagnostic; ce dernier minéral possède, du reste, une densité plus grande : 2,44 à 2,50 ; il s'attaque par l'acide chlorhydrique sans faire gelée ; enfin, la chaux y est remplacée par la baryte, et il est plus pauvre en alcalis que la christianite. Ces deux dernières différences sont faciles à constater par un essai microchimique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La christianite n'avait été rencontrée que dans des roches volcaniques, et dans des sources thermales, jusqu'à la découverte récente que j'ai faite de cristaux de ce minéral au milieu d'autres zéolites produites dans les fentes de marnes liasiques métamorphisées par la lherzolite ; la chabasie est son satellite le plus habituel. Souvent aussi la christianite est associée à de la thomsonite (mésole), à de la calcite, à de l'aragonite, plus rarement à de l'apophyllite.

Je l'étudierai successivement dans les gisements suivants :

1° Dans les roches volcaniques [1] et leurs enclaves;

2° Dans les roches métamorphiques (produit de druses);

3° Dans les sources thermales actuelles, comme produit de formation récente.

1° *Dans les roches volcaniques et leurs enclaves.*

a) *Dans les roches basiques* (*basaltes*, *labradorites*, *néphélinites*).

La christianite se forme le plus généralement dans les vacuoles ou les fissures des roches basiques ; parfois, cependant, elle les imprègne complètement. Les roches acides (granite, gneiss, etc.), enclavées dans les basaltes sont généralement plus ou moins fondues; le verre résultant, facilement attaquable, a très souvent donné naissance à des zéolites et particulièrement à de la christianite, ce qui s'explique aisément par la richesse originelle de ces enclaves en orthose, qui a ainsi fourni la potasse nécessaire à la production de ce minéral.

Languedoc. — *Hérault*. MM. Delage et Mourgues m'ont signalé l'existence de cristaux de christianite dans le basalte de Montferrier, près Montpellier.

1. Je rappellerai en outre l'abondance de la christianite en cristaux microscopiques dans les grandes profondeurs de l'Océan Pacifique, surtout entre Hawaï et Tahiti ; elle abonde surtout dans les argiles rouges, elle est plus rare dans les vases à radiolaires et dans celles à globigérines (voir page 256).

Plateau Central. — *Ardèche*. Les zéolites sont abondantes dans le massif basaltique des Coirons. J'ai observé de beaux cristaux de christianite ($1^{mm}5$) dans un échantillon du basalte constituant la nappe inférieure du massif, à Saint-Jean-le-Centenier. Je le dois à l'obligeance de M. Torcapel. Les cristaux maclés, suivant la loi de Marburg le plus souvent sans angles restreints (fig. 14), sont peu allongés; les faces *m* (110) sont largement développées. Parfois, ces cristaux sont encapuchonnés de calcite qu'il est facile de faire disparaître avec une aiguille sans endommager la christianite. Il existe, en outre, de rares cristaux de chabasie (phacolite). Les vacuoles renfermant ces zéolites sont étirées suivant la fluidalité de la roche; elles dépassent 3^{cm} de plus grande dimension.

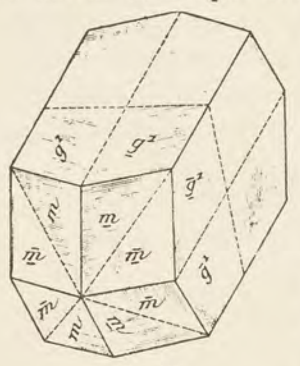


Fig. 14.
Macle de Marburg sans angles rentrants (Saint-Jean-le-Centenier).

Les basaltes porphyroïdes d'Aubenas sont, par places, criblés de géodes, les unes vastes, les autres microscopiques, tapissées de zéolites. Le frère Euthyme a bien voulu m'en communiquer un grand nombre d'échantillons. La christianite (macle de Marburg), avec ou sans gouttière, y abonde, mais forme rarement de bons cristaux. Elle constitue des croûtes cristallines incolores et hyalines, tantôt blanches et opaques (et ressemblant alors à de la stilbite) par suite d'un commencement d'altération. Elle est associée à de la thomsonite sphérolitique (mésole) et à de rares rhomboèdres de chabasie.

La christianite se rencontre dans le basalte de Rochemaure dans des géodes atteignant jusqu'à 20 centimètres de diamètre (Gonnard, *B. S. M.* XII. 54. 1893); les échantillons que j'ai examinés présentent la macle de Périer. Elle accompagne (macle de la morvénite) la gismondine et la thomsonite dans le basalte de Chabane, près Sainte-Agrève (Gonnard, *B. S. M.* XVII. 31. 1894). Ses cristaux s'accolent souvent sur de petits prismes allongés de sidérose ; ils sont recouverts par la gismondine.

Haute-Loire. J'ai signalé (*B. S. M.* XIV. 323. 1891) de jolis cristaux de christianite hyalins accompagnant la chabasie dans le basalte d'Araules et les labradorites vacuolaires de la Croix des Boutières, au sud du Mézenc, que je dois à l'obligeance de M. Boule (*B. C. F.*, n° 28,

pp. 89 et 124. 1892). Le gisement d'Araules se trouve sur le chemin allant de ce village au col de Courcoules, au point où il traverse un petit col creusé dans un basalte scoriacé. Les cristaux de christianite atteignent 2^{mm}.

D'après M. Gonnard (*B. S. M.* XV. 28. 1892), la christianite se rencontre en très petite quantité dans les basaltes de la rive droite du Lignon, au-dessous de Fay-le-Froid, à Saint-Jeures (rive gauche du Lignon), ainsi qu'aux environs du Puy, sur la route de Taulhac : ils présentent la macle de Marburg.

Cantal. La christianite se trouve en très petite quantité, associée à la chabasie de la route d'Albepierre, près Murat, qui sera étudiée plus loin.

Puy-de-Dôme. Le Puy-de-Dôme est la région auvergnate dans laquelle j'ai à signaler le plus grand nombre de gisements de christianite : elle a été particulièrement fouillée à ce point de vue par M. Gonnard (*Soc. agr. et hist. nat. de Lyon,* 19 novembre 1869 et 15 décembre 1871 ; *C. R.* 18 décembre 1871, 28 avril 1889; *B. S. M.* VII. 156. 1884, et *op. cit.* p. 68).

Les gisements décrits par ce savant sont les suivants :

Puy de Marman, au-dessus de Martres de Veyres, la christianite, associée à de la chabasie, y forme des croûtes sur des cristaux altérés de mésotype (fig. 7) ; le puy de la Velle, près Champeix; le cap de Prudelle, les cristaux de cette localité, souvent très beaux, se sont formés au milieu de cavités creusées dans des enclaves granitiques imparfaitement résorbées; on les trouve aussi dans les fentes du basalte. Ils sont accompagnés d'apophyllite, de calcite et d'aragonite. M. des Cloizeaux y a trouvé la macle de Marburg avec ou sans gouttière (*B. S. M.* VII. 139. 1884) ; Gergovia (ravin de Bonneval, près du petit Perignat) ; au-dessus du village d'Aubières (avec aragonite); Gignat (Chaux de Bergonne, vaste plateau dominant Issoire, au-dessus de Saint-Germain-Lambron). Dans ce gisement, la christianite présente la macle de Marburg et plus rarement celle de Stempel ; elle devient fibreuse ; elle accompagne la gonnardite, la chabasie, plus rarement la gismondine. Ces zéolites se trouvent dans la partie inférieure (vacuolaire) d'un basalte à grands éléments (dolérite). Je dois à l'obligeance de l'un de mes élèves, M. Bouhard, une grande quantité d'échantillons de zéolites de ce

gisement : c'est parmi eux que j'ai trouvé les curieux groupements décrits page 301 (fig. 13).

M. Michel-Lévy a signalé à Périer, près Issoire, un remarquable gisement de zéolites (*B. S. M.* X. 70. 1887) découvert par M. Munier Chalmas. Il y a, notamment, trouvé la christianite, la chabasie (phacolite). Ces minéraux se trouvent dans des vacuoles distinctes du basalte que l'on rencontre dans une petite futaie, sur le chemin du village de Périer au plateau de Pardines. Les macles de Périer sans angles rentrants (fig. 15) y dominent dans les cristaux de quelques millimètres que l'on trouve dans le basalte compact. Elles sont très peu allongées et offrent très fréquemment les macles de Stempel (fig. 6). Dans les vacuoles du basalte vitreux du même gisement, se trouvent de petites aiguilles offrant les mêmes formes ; c'est sur elles que j'ai étudié plus spécialement les macles que je désigne par le nom de la localité qui les fournit. Elles sont associées à de petits mamelons du même minéral hérissés de pointes cristallines.

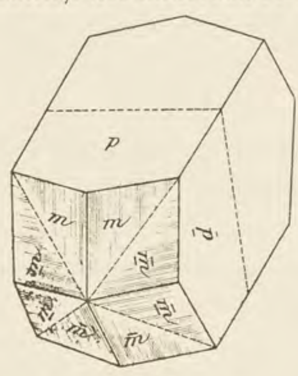


Fig. 15.
Macle de Périer sans angles rentrants (Perier).

J'ai observé de très jolis cristaux de christianite dans les échantillons de basalte, recueillis par M. Michel-Lévy, dans l'éperon N.-E. de Chanturgues. Ces cristaux, très allongés, sont incolores et transparents. Enfin j'ai trouvé (*B. S. M.* XIV. 320. 1891), dans la carrière de Montaudou près Royat, de très jolis cristaux translucides de christianite très raccourcis suivant l'axe vertical ; ils présentent souvent la macle de Stempel, qui conduit au pseudo-décaèdre régulier. Les cristaux ont, en général, la forme représentée par les fig. 6 et 7. Ce minéral semble rare, dans ce gisement, en cristaux macroscopiques ; il est accompagné de mésotype fibreuse, mais il abonde en cristaux microscopiques (macle de Marburg) dans toutes les fissures des nombreuses enclaves de granulite modifiées que renferme le basalte.

De très beaux échantillons de la macle de Stempel (avec lignes de suture distinctes) se trouvent dans les vacuoles du puy de Chalus, près Cournon (échantillons que m'a remis M. Bouhard).

La néphélinite porphyroïde du puy de Saint-Sandoux (ou de Barneire) est imprégnée de christianite, qui constitue une partie notable

de la roche comme élément microscopique. Cette roche est une des plus riches en christianite que j'ai eu l'occasion d'étudier.

Loire. M. Gonnard a montré (*B. S. M.* VII. 156. 1884, et XIII. 70. 1890), que la christianite était très abondante au mont Simiouse, près Montbrison. Au lieu dit « chez Masson », le basalte, très vacuolaire, renferme en outre de la *chabasie* et de l'*offrétite*.

La christianite se présente sous deux variétés de formes s'isolant dans des géodes distinctes. La première est constituée par la macle de Marburg avec les faces p (001), m (110), g^1 (010), g^3 (120), on trouve aussi la macle de Strempel (fig. 5) ; les cristaux, très petits, sont limpides et brillants.

La seconde variété, plus rare, est formée par des cristaux ternes aplatis suivant g^1 (010) et offrant la macle de la morvenite, avec seulement les faces p (001), m (110), h^1 (100) (fig. 16) ; ils présentent, en outre, parfois, la macle de Bowling (fig. 4).

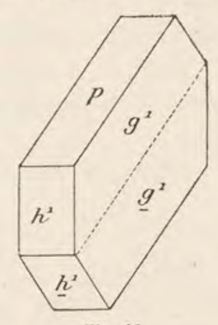


Fig. 16.
Macle de la morvenite du mont Simiouse.

D'après M. Gonnard, la christianite serait le minéral que Grüner a décrit dans ce gisement comme mésotype (*Desc. géol. et min. du département de la Loire*. 1857. p. 689).

La christianite abonde dans les basaltes qui s'observent près de la route de Verrière à Saint-Anthème, et dans ceux du hameau de Robert et de Bruyère, aux environs de Gummières; ce minéral y forme des croûtes cristallines associées à de la mésotype fibreuse et à de la calcite. Les cristaux de Verrière, examinés par M. des Cloizeaux (*B. S. M.* VII, 1884), présentent la macle de Marburg.

Algérie. — *Oran*. Les roches volcaniques basiques (basaltes) de l'île de Rachgoun, à l'entrée de la Tafna, recueillies par M. Gentil et étudiées par lui, sont imprégnées de christianite.

b) *Dans les roches volcaniques acides.*

Plateau Central. — *Haute-Loire*. J'ai trouvé en abondance (*B. S. M.* XIV. 322. 1891) la christianite dans les enclaves de sanidinites du trachyte du Suc de Monac, près Saint-Julien-Chapteuil. Les cristaux sont raccourcis et offrent les groupements suivant la loi de Stempel (fig. 6 et 7). Le pseudododécaèdre est parfois presque parfait (fig. 8). Les cristaux sont blancs, laiteux et opaques, dès qu'ils dépassent 0^{mm} 5,

M. Gonnard a signalé de la christianite blanche, opaque et associée à de jolis cristaux limpides de chabasie, de quartz, etc., dans le trachyte du Montcharret en la Prade, exploité près du hameau de Boussoulet (*B. S. M.* XV. 28. 1892).

2° *Dans les roches métamorphiques.*

Pyrénées. — *Ariège.* Je n'ai trouvé la christianite que dans deux des nombreux contacts de lherzolite et de marnes calcaires que j'ai décrits dans les Pyrénées (*B. C. F.* n° 42. 1895), au bois du Fajou près Caussou, et à l'Escourgeat dans la vallée de Suc.

Elle y forme de petits cristaux ayant environ 1^{mm}, maclés suivant la loi de Marburg, associés à la chabasie, qui sera étudiée plus loin. Ces zéolites tapissent les fentes de schistes micacés tachetés à dipyre.

C'est là, à ma connaissance, le premier exemple de christianite formée en dehors d'une roche volcanique.

3° *Dans les sources thermales actuelles, comme produit de formation récente.*

Vosges. — M. Daubrée a signalé (*C. R.* XLVI. 1086. 1858 et *B. S. G.* XII. 562. 1859) la formation de cristaux de christianite associés à la chabasie, dans les bétons romains des sources thermales de Plombières. Je renvoie à l'article *chabasie* pour la description plus détaillée de ce gisement si intéressant au point de vue théorique.

Les cristaux que M. Daubrée a bien voulu me donner sont parfaitement hyalins. Ils présentent la macle de Marburg et atteignent 2^{mm} ; ils ont été autrefois mesurés par de Senarmont, et M. des Cloizeaux a constaté l'identité de leurs propriétés optiques avec celles de la christianite des roches volcaniques.

Champagne. — *Haute-Marne.* **Jura.** — *Haute-Saône.* **Algérie.** — *Oran.* M. Daubrée a trouvé la christianite, la chabasie, etc., formées dans les mêmes conditions qu'à Plombières (*A. M.* VIII. 439. 1876), à Bourbonne-les-Bains (*Haute-Marne*), à Luxeuil (*Haute-Saône*) et dans les environs d'Oran (*Algérie*).

HARMOTOME

$$H^2 (K^2, Ba) Al^2 Si^5 O^{15} + 4 H^2 O$$

Monoclinique : $mm = 120°1'$ (Dx.)

$b : h = 1000 : 1007,0$ $D = 818,02$ $d = 575,19$

angle plan de p $= 109°46'27''$

angle plan de m $= 109°10'50''$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 0,70315 : 1 : 1,2310 \\ zx = 55°10' \end{array} \right]$$

Formes observées. p (001), m (110), h^1 (100), g^1 (010).

	Angles calculés		Angles calculés		Angles calculés
* mm	120° 1'	* ph^1	125°50'	pm	119°39'
mh^1	150° 0'30"	* pa^1	90°	$m\underline{m}$ adj.	120°42'
mg^1	119°50'30"	pe^1	134°42'	$m\overline{m}$ sur g^1	89°23'

Macles et faciès des cristaux. Le faciès et les macles de l'harmotome sont semblables à ceux de la christianite, tout en présentant un moins grand nombre de types distincts. On observe :

1° Macle de la morvenite. Groupement de deux individus suivant p (001), donnant naissance à des cristaux pseudoquadratiques ou pseudorhombiques analogues à ceux de la christianite (fig. 1, page 298) ;

2° Groupements cruciformes de deux macles de la morvenite avec disposition caractéristique de la macle de Marburg (faces g^1 en dehors) (fig. 2, page 298, et fig. 14, page 304).

Les faces m et g^1 présentent des stries parallèles à leurs intersections mutuelles.

Clivages. Clivage g^1 (010) facile, p (001) difficile. Cassure inégale. Fragile.

Dureté. 4,5.

Densité. 2,44 à 2,50; 2,439 Vialas, 2,488 Piquette déras lids.

Coloration et éclat. Incolore ou blanc laiteux, jaunâtre par altération. Éclat vitreux. Transparente et plus fréquemment translucide.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques perpendiculaire à g^1 (010). Bissectrice aiguë *positive* (n_g), perpendiculaire à la même face

(distinction avec la christianite). Dans g^1 (010), la bissectrice obtuse n_p fait un angle de 62°30′ (rouge) avec l'axe vertical dans l'angle obtus de ph^1 (001) (100) et par suite un angle de 62°18′ avec la trace de p (Dx.) (fig. 1).

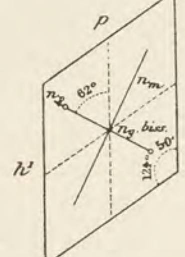


Fig. 1.
Épure de la face g^1, parallèle au plan des axes optiques.

$$\mathbf{n}_m = 1{,}516 \text{ (Dx.)};$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}005.$$

La macle de Marburg prête aux mêmes observations que pour la christianite. La fig. 2 représente la structure théorique d'une face g^1 (010) d'un cristal maclé suivant cette loi. La fig. 3 montre la structure réelle d'un cristal de Vialas; les secteurs sont irréguliers et souvent entremêlés de plages sans extinction, produites par la superposition des deux orientations dues à la macle.

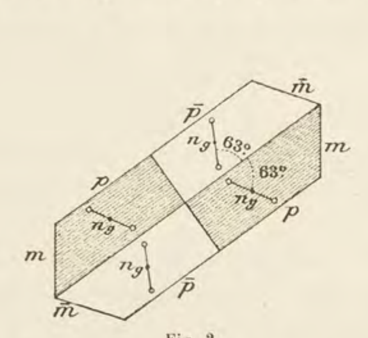


Fig. 2.
Face g^1 (010) de l'harmotome à disposition régulière (Vialas).

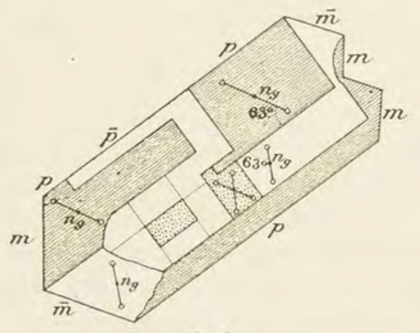


Fig. 3.
Face g^1 (010) de l'harmotome à disposition enchevêtrée (Vialas).

Un cristal de la Piquette déras lids (fig. 4) m'a offert une particularité curieuse : le plan des axes, au lieu de faire un angle d'environ 63° avec p (001), fait avec la trace de cette face un angle de 45°. Il en résulte que la lame g^1 (010), examinée en lumière polarisée parallèle, paraît homogène, car elle possède une extinction presque unique, avec quelques taches toujours éteintes et d'autres ne s'éteignant qu'imparfaitement.

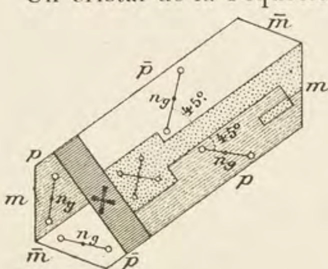


Fig. 4.
Face g^1 (010) à plages uniaxes de l'harmotome de la Piquette déras lids.

Quand on lui superpose une lame de mica quart d'onde, on voit

apparaître la structure réelle. Dans les plages sans extinction, on voit, en lumière convergente, des croisements d'hyperboles, avec prédominance d'un système sur l'autre. Dans les plages toujours éteintes, il y a mélange, en égale proportion, des deux orientations et uniaxie complète.

D'après M. Langemann, l'harmotome serait en réalité triclinique. M. Rinne a constaté que le plan des axes optiques se rapproche de p (001) et que la biréfringence augmente, quand on chauffe le minéral.

Composition chimique. La composition chimique correspondant à la formule $H^2 (K^2, Ba) Al^2 Si^5 O^{15} + 4 H^2O$ est la suivante.

SiO^2......	47,1
Al^2O^3.....	16,0
BaO......	20,6
K^2O......	2,1
H^2O.....	14,2
	100,0

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, l'harmotome s'émiette, puis fond en un verre blanc translucide. Décomposée par l'acide chlorhydrique sans faire gelée. Donne la réaction du baryum.

Diagnostic. Voir à christianite, p. 302.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'harmotome n'a été rencontrée jusqu'ici que dans trois gisements français, dans des filons plombifères ou zincifères : les cristaux des deux derniers sont analogues à ceux de St-Andreasberg, dans le Harz.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* J'ai observé quelques superbes cristaux d'harmotome atteignant près de 1^cm de longueur sur des échantillons de blende de la mine d'Anglas près des Eaux-Bonnes. Ils sont associés aux cristaux d'albite cités page 157, à du quartz hyalin, de la calcite, de la calamine et de la chlorite. La formation de l'harmotome est contemporaine de celle de la blende dans laquelle ce minéral est implanté. Ce gisement rappelle celui d'Andreasberg.

Fig. 5.
Morvenite de la mine d'Anglas.

L'harmotome d'Anglas possède les formes simples de la morvenite

d'Écosse (fig. 5 et fig. 1, page 298); ses cristaux sont légèrement teintés de jaune par des produits ferrugineux d'altération.

Hautes-Pyrénées. Picot de Lapeyrouse a trouvé, en 1786, à la Piquette déras lids, un échantillon d'harmotome engagé dans du quartz renfermant une trace de galène (*in.* de Charpentier, *op. cit.*, 277). Il est probable qu'il provient d'un filon quartzeux traversant le granite. Malgré mes recherches, je n'ai pu retrouver ce gisement. Grâce à l'obligeance de M. Caralp, j'ai examiné l'échantillon original de la collection de Picot de Lapeyrouse, conservée à la Faculté des sciences de Toulouse. Les cristaux ayant en moyenne 2^{mm} présentent les macles cruciformes avec souvent des gouttières très profondes : la jonction des individus du groupement n'a pas toujours la régularité théorique et les pointements pseudoquaternaires offrent fréquemment des angles rentrants. Ils sont translucides et associés à de petits cristaux de calcite.

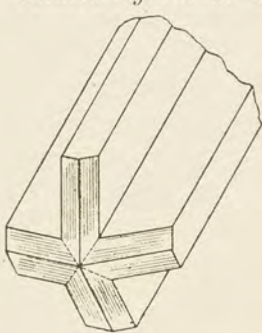


Fig. 6.
Harmotome de la Piquette déras lids.

Plateau Central. — *Lozère.* Je dois à l'obligeance de M. Garreau un bel échantillon d'harmotome qui a été trouvé accidentellement, il y a une trentaine d'années, dans la galerie de Villaret des mines de galène de Vialas. Les cristaux identiques à ceux de la Piquette déras lids sont implantés sur de la calcite ferrugineuse lamellaire.

STILBITE

$$H^4\,(Na^2, Ca)\,Al^2\,Si^6\,O^{18} + 4\,H^2\,O$$

Monoclinique : $mm = 118°50'$

$b : h := 1000 : 949{,}743 \quad D = 795{,}264 \quad d = 606{,}263$

angle plan de $p = 105°21'37''$

angle plan de $m = 110°57'15''$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 0{,}762341 : 1 : 1{,}19424 \\ zx = 50°50' \end{array}\right]$$

Formes observées. p (001), m (110), g^1 (010), a^1 ($\bar{1}01$), e^1 (011).

Les angles ci-contre ont été mesurés sur les cristaux de Superbagnères.

	Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés	Angles mesurés
*mm	118°50	118°41′	$e^1 e^1$ sur p	94°25′	96°20′	*pm	122°56′30″	122°50′
mg^1	120°35′	120°32′	pe^1	137°12′30″	137°18′	$m\bar{m}$	114° 7′	114°15′
ph^1	129°10′	129° 9′	$e^1 g^1$	132°47′30″		$a^1 m$	131°30′	131°19′
*pa^1	90°30′							

La correspondance de cette position (choisie pour mettre en lumière les analogies de la stilbite avec l'harmotome et la christianite) et de l'ancienne position admise par M. des Cloizeaux (hypothèse orthorhombique) (*op. cit.*, I. 416) est la suivante :

g^1 (010) = g^1 (010) (Dx.) a^1 (100) = p (001)
m (110) = $b^{1/2}$ (111) e^1 (011) = m (110)
p (001) = h^1 (100)

Macles et faciès des cristaux. Les cristaux de stilbite sont toujours maclés d'une façon analogue à la christianite et à l'harmotome [macle de la morvenite suivant p (001)] ; les cristaux sont aplatis suivant g^1 (010) et présentent extérieurement une apparence orthorhombique.

Ils se groupent très fréquemment à axes imparfaitement parallèles pour donner des agrégats en gerbes très caractéristiques.

Clivage. Clivage g^1 (010) parfait, donnant des lames plus ou moins gondolées; traces de clivage suivant p (001).

Dureté. 3,5 à 4. Cassure inégale. Fragile.

Densité. 2,094 à 2,205 ; 2,15 (Miage, Cossa) ; 2,123 Superbagnères; 2,143 Dellys (Gentil) ; 2,166 (Col de Girabal) ; 2,167 Barthèque ; 2,168 à 2,174 Cambo.

Coloration et éclat. Blanche avec aspect plus ou moins laiteux, parfois jaune, brune, ou rouge, grâce à des inclusions ferrugineuses. Poussière blanche. Éclat vitreux, nacré sur le clivage facile g^1 (010). Transparente ou translucide.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). La bissectrice aiguë *négative* (n_p) fait un angle d'environ 5° avec la trace p (001) dans l'angle obtus ph^1 (001) (100) ; elle est donc presque perpendiculaire à a^1 ($\bar{1}01$) $\rho < v$.

$$2V = 33° \text{ environ.}$$
$$\mathbf{n}_g = 1{,}500 \text{ (ML. et Lx.) Kilpatrick (Na) ;}$$
$$\mathbf{n}_m = 1{,}498 \text{ ;}$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}494 \text{ ;}$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}006.$$

Les lames parallèles à g^1 (010) se divisent en quatre secteurs assem-

blés parallèlement à p (001) et à a^1 ($\bar{1}01$) : l'angle d'extinction s'y fait à 5° environ de part et d'autre de la trace de p (001) (fig. 1).

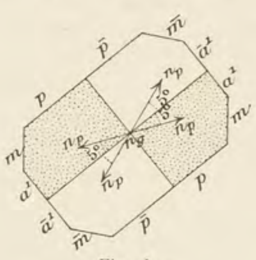


Fig. 1.
Face g^1 (010) de la stilbite de Cambo.

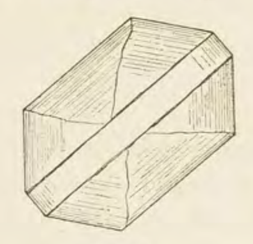


Fig. 2.
Face g^1 (010) de la stilbite du Mail de Soulan, vue en lumière polarisée parallèle.

La stilbite en cristaux nets des gisements des environs de Bagnères de Luchon se comporte comme un minéral orthorhombique quand on l'examine en lames épaisses, mais en lames minces la division en sections devient généralement nette : il existe des plages irrégulières rappelant celles de la heulandite avec bandes parallèles aux faces extérieures du cristal (fig. 2). Les lames g^1 (010) ont rarement la régularité théorique de la fig. 1 : il y a généralement interpénétration de plages d'orientation différente.

D'après une observation de M. Langemann, la stilbite serait en réalité triclinique ; l'angle d'extinction dans a^1 ($\bar{1}01$) étant de 5° par rapport à l'arête a^1 g^1 ($\bar{1}01$) (010). M. Rinne a fait voir que par l'action de la chaleur, le minéral devient rigoureusement orthorhombique. Les quatre secteurs de la face g^1 (010) disparaissent et l'extinction devient parallèle à la trace de p (001).

Composition chimique. a) Composition correspondant à la formule H^4 (Na^2, Ca) $Al^2Si^6O^{18} + 4\ H^2O$;

Analyses : *b*) de la stilbite du glacier de Miage, par Cossa (*Att. Acc. Lincei* V. 87. 1880) ;

c) de la stilbite de formation actuelle de la source d'Olette, par J. Bouis (*C. R.* XXX. VII. 234. 1853).

	a)	*b*)	*c*)
SiO^2........	57,4	56,47	57,6
Al^2O^3.......	16,3	17,06	16,1
CaO	7,7	7,74	8,6
Na^2O.......	1,4	traces	»
H^2O........	17,2	18,26	17,6
	100,0	99,56	99,9
Densité	»	2,15	»

Essais pyrognostiques. Au chalumeau s'exfolie, gonfle, puis fond en un émail blanc. Décomposée par l'acide chlorhydrique sans faire gelée.

Diagnostic. La stilbite se distingue aisément de la heulandite, qu'elle accompagne si souvent, par la surface ondulée de son clivage facile et par les propriétés optiques de celui-ci, qui est parallèle au plan des axes optiques au lieu d'être normal à la bissectrice aiguë *positive*, comme dans la heulandite. Ses formes extérieures ne permettent pas de la confondre avec la christianite et l'harmotome, qui ne sont jamais lamellaires suivant g^1 (010).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Tous les gisements de stilbite que j'ai à signaler se trouvent dans les fissures de roches éruptives métamorphiques ou sédimentaires. Elle y est généralement associée à de la calcite, à la chabasie, plus rarement à la heulandite, l'analcime, ou à la laumonite. On la rencontre :

1° Dans les roches éruptives, les schistes cristallins et les roches paléozoïques métamorphisées ;

2° Dans les calcaires secondaires plus ou moins métamorphisés ;

3° Dans les sources thermales actuelles.

1° *Dans les roches éruptives, les schistes cristallins et les roches paléozoïques.*

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Le plus remarquable gisement de zéolites existant en France est celui que j'ai découvert à Cambo (*C. R.* CX. 967. 1890). Le tunnel du chemin de fer a été creusé dans les gneiss, coupés par de nombreux filons de pegmatite riche en minéraux (cordiérite, sillimanite). A la sortie du tunnel, du côté d'Itsatsou, le gneiss est parcouru de fissures tapissées de zéolites. Lorsqu'en 1890 j'ai visité ce gisement, j'ai pu observer, avant que la ligne du chemin de fer ne soit livrée à la circulation, des surfaces de plusieurs mètres carrés entièrement recouvertes de zéolites et notamment de cristaux de chabasie atteignant 1^{cm} 5. Malheureusement, les fissures étant presque toujours perpendiculaires à la schistosité d'un gneiss très compact, il est souvent très difficile d'obtenir des échantillons d'une certaine surface.

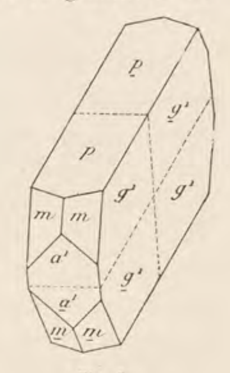


Fig. 3.
Stilbite (forme commune) de Cambo.

La stilbite forme souvent des croûtes cristallines qu'il est possible de détacher en prenant quelques précautions. Ses cristaux ont, en général, de 4 à 5^{mm} ; ils atteignent rarement 1^{cm}. Ils sont aplatis suivant g^1 (010), allongés suivant $p\ g^1$ (001) (010) ; ils présentent les macles habituelles (fig. 1). La face a^1 ($\bar{1}01$) est généralement la seule qui soit très nette, et encore est-elle le plus souvent arrondie ; il y a tendance à la production d'agrégats flabelliformes. La stilbite forme parfois à la surface du gneiss, lui-même recouvert de calcite, des croûtes presque continues constituées par des cristaux implantés normalement à leur paroi et serrés les uns contre les autres. Souvent aussi les cristaux sont moins nombreux et implantés d'une façon quelconque sur le gneiss.

A Cambo, la stilbite se trouve plus souvent seule ou accompagnée de calcite qu'associée aux autres zéolites : *chabasie*, *analcime*, *heulandite* qui, au contraire, se rencontrent presque toujours ensemble ; ces associations ont lieu dans les gneiss très altérés et creusés de cavités.

Assez rarement, la stilbite s'observe en grains flabelliformes avec face a^1 ($\bar{1}01$) très large dans les gneiss à pyroxène de la même localité.

M. de Gramont m'a communiqué des échantillons de stilbite flabelliforme qu'il a recueillis dans les fentes de calcaires noirs de Barthèque, près des Eaux-Bonnes. Ils sont d'un jaune foncé et atteignent 3^{cm} suivant l'axe vertical. Ils sont très analogues à quelques échantillons de stilbite du Dauphiné, bien que de couleur plus foncée.

Hautes-Pyrénées. J'ai rencontré la stilbite dans les fissures des schistes et calcaires métamorphiques du massif du pic du Midi et notamment au lac Bleu et sur le sentier conduisant de ce lac au col d'Aube. Ce sont des cristaux blancs, laiteux, offrant la même forme commune et ayant une tendance à former des groupements flabelliformes.

C'est sous la même forme que la stilbite se trouve très fréquemment dans les schistes métamorphisés par le granite (de Charpentier, *op. cit*, 276) des massifs du Néouvielle et du pic d'Arbizon ; il n'est guère nécessaire de citer de gisements précis, car ce minéral se rencontre un peu partout dans cette vaste région ; j'indique cependant d'une façon plus particulière les ravins limitant la Piquette déras lids et le pic d'Espade, les ravins et les talus même de la route du Tourmalet (M. Goguel), les éboulis des pics de Montfaucon et d'Arbizon.

Lorsque ces cristaux ont des formes nettes (fig. 3 et 4), ils se rapprochent de ceux qui vont être décrits à Luchon, mais ils sont toujours de plus

petite taille et le plus souvent d'un blanc laiteux, jaunâtres et opaques.

La stilbite a été signalée (de Charpentier) dans les mêmes conditions à Rioumaou, près de Luz. Je n'ai observé dans ce gisement que la heulandite, la laumontite et surtout la brewsterite.

M. Frossard a trouvé ce minéral dans les fentes des roches métamorphisées par le granite du pic de Péguère, à Cauterets.

Haute-Garonne. Le gisement des Pyrénées qui a fourni les meilleurs cristaux de stilbite sur lesquels ont été prises les mesures données plus haut, est celui du Mail de Soulan, près Bagnères de Luchon. Ils se trouvent dans les cavités d'une granulite. Ils atteignent 8 à 9^{mm} et sont souvent parfaits et très transparents. Ils sont aplatis suivant g^1 (010) et présentent les faces p (001), m (110), a^1 ($\bar{1}01$), e^1 (011) (fig. 3 et 4).

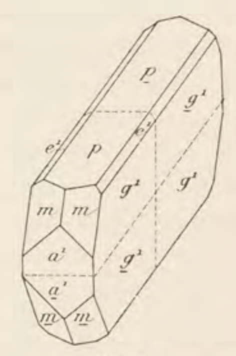


Fig. 4.
Stilbite du Mail de Soulan.

M. Gourdon m'a signalé de la stilbite colorée en jaune par un enduit ferrugineux, dans les fentes des chistes feldspathisés de Castel-Viel.

La stilbite a été indiquée dans les fissures de schistes paléozoïques, à Saint-Mamet.

Ariège. Sur la route de Cazenave à Arnave (massif du pic Saint-Barthélemy) et à 2 km. environ de ce village, j'ai trouvé dans les fentes de gneiss (*B. S. M.* XII. 526. 1889) des fissures remplies par de la stilbite fibrolamellaire constituant des surfaces de plusieurs mètres carrés. Elle est d'une couleur blanc jaunâtre; les lames atteignent 1^{cm} de longueur. Parfois, dans les géodes se rencontrent des masses flabelliformes à surfaces arrondies et brillantes (fig. 5). Elles rappellent celles de la stilbite d'Islande ou quelquefois des globules à fibres serrées analogues à ceux de la puflérite du Tyrol. Il existe en outre, dans ce gisement, un peu de heulandite, de laumontite.


Fig. 5.
Stilbite d'Arnave.

Le même minéral se trouve en petits cristaux analogues à ceux de la région du Néouvielle, ainsi qu'en grandes lames sans formes nettes

dans les schistes granulitisés du col de Girabal sur le flanc ouest du pic Saint-Barthélemy, où il accompagne la chabasie.

J'ai encore rencontré la stilbite dans les gneiss et les schistes paléozoïques de l'entrée du lac Naguille, dans la diorite et les schistes modifiés par elle du col de Terre-Noire et de la coume de Deilla d'Orlu[1] (lames blanches et très jolis cristaux transparents, fig. 3 et 4) et dans les schistes paléozoïques métamorphisés des environs d'Ax (Ascou, Savignac, etc.,) où elle accompagne la laumontite, beaucoup plus abondante qu'elle.

Enfin, j'ai recueilli dans un couloir d'avalanche descendant du pic de Braceil, à environ 3 km. de la forge d'Orlu, un bloc curieux jaune, formé par des grains de diopside et de grenat englobés par de la stilbite qui, dans les cavités, s'isole en petits cristaux nets de la forme de ceux du mail de Soulan; ils sont de couleur jaunâtre et offrent des macles microscopiques remarquablement nettes.

Alpes. — *Massif du mont Blanc. Haute-Savoie.* La stilbite est connue depuis longtemps dans les fentes du granite (protogine) et des schistes cristallins du massif du mont Blanc (Soret, *Mém. soc. phys. et hist. nat. Genève*, 1822. 479; Brard, *Minéralogie*, 1838. 248, etc.). Favre l'a notamment signalée (*Descr. de la Savoie*, III. 68) avec fluorine, laumontite et scolécite.

J'ai donné plus haut l'analyse d'une stilbite en masses fibreuses blanches publiée par M. Cossa (*Acc. Lincei*, V. 87. 1880). Ce minéral a été recueilli avec de petits cristaux de heulandite dans les fissures (obliques à la schistosité) d'un gneiss du glacier de Miage, sur le versant qui va au Dôme du Gouter par l'aiguille Grise (alt. 3,700 m.)

Isère. La découverte de la stilbite dans l'Oisans est due à Schreibert (in Hauy, *op. cit.*, III, 165). Ce minéral est assez abondant dans les fissures des schistes cristallins de la région du Bourg-d'Oisans et dans celles des granulites des environs de Saint-Christophe-en-Oisans (combe de la Selle, etc.). Il y forme des masses flabelliformes à sommets arrondis et brillants constitués par des cristaux lamelleux atteignant souvent 7^{cm} de plus grande dimension. Ces échantillons sont souvent d'un jaune plus ou moins foncé.

1. Dans ces gisements il est évident que les zéolites se sont formées par altération sur place de la roche sous l'influence de l'eau des névés (voir à *laumontite*).

De fort beaux échantillons de stilbite d'un blanc jaunâtre ont été recueillis autrefois à la mine des Chalanches, près Allemont.

Esterel — *Var*. Je dois à l'obligeance de M. Nentien un intéressant échantillon de zéolites qu'il a recueilli dans une enclave homœgène de la microgranulite à amphibole (porphyre bleu de Saint-Raphaël) de la carrière du Dramont près Agay. Une fissure de la roche est tapissée par des trapézoèdres d'analcime recouverts par des groupes flabelliformes de stilbite d'un blanc rosé, associés à de la laumontite et à de l'épidote.

2° *Dans les calcaires secondaires métamorphisés au contact de la lherzolite et des ophites, ainsi que dans les ophites elles-mêmes.*

Pyrénées. — La stilbite accompagne quelquefois la chabasie dans les fissures de calcaires et marnes calcaires métamorphisés par la lherzolite ; elle y est toujours beaucoup moins abondante que cette dernière zéolite. Elle se rencontre aussi dans les fentes des ophites.

Landes. De Charpentier a cité (*op. cit.* 495) la stilbite dans les fentes de l'ophite des environs de Dax.

Haute-Garonne. Aux environs de Saint-Béat, sur la route conduisant à Boutx et après avoir passé la tour de Lez, les grès et calcaires métamorphisés par l'ophite renferment dans leurs fissures de la stilbite lamellaire et de la chabasie ; les mêmes minéraux se trouvent dans les fentes de l'ophite elle-même.

J'ai rencontré des masses flabelliformes de stilbite dans les calcaires et les schistes micacés à dipyre de la route du col de Portet à Sengouagnet (non loin de leur contact avec la lherzolite du Tuc d'Ess) et notamment près de la coume de Bareilles; elles y sont accompagnées par de la chabasie, de la laumontite et de la calcite.

Ariège. Au bois du Fajou, près Caussou, et à l'Escourgeat (vallée de Suc), la stilbite se trouve sur les schistes micacés à dipyre en croûtes fibreuses mamelonnées à surface brillante, rappelant par leurs caractères extérieurs la *pufferite* du Tyrol. Ces petits mamelons de stilbite sont transparents ou translucides.

3° *Dans les roches volcaniques.*

Algérie. — *Alger*. Les labradorites du cap Bengut, près Dellys, contiennent des filonnets de stilbite lamellaire de 1^{cm} d'épaisseur envi-

ron. Ce minéral ne se trouve pas dans les mêmes fentes que la thomsonite et l'analcime (Gentil, *B. S. M.* XVIII. 375. 1895).

4° *Dans les sources thermales actuelles.*

Pyrénées. — *Pyrénées-Orientales*. J. Bouis a observé dans la source thermale de la Cascade, à Olette, qui sourd au milieu du granite, la formation d'une croûte de 1 à 2^{mm} d'épaisseur d'un minéral fibrolamellaire blanc rougeâtre extérieurement, ayant la composition de la stilbite (analyse *c*). M. des Cloizeaux, qui a bien voulu me communiquer l'échantillon original de Bouis, a constaté que ce minéral possédait les propriétés optiques de la stilbite (*op. cit.*, I. 553). La température de la source d'Olette est de 78°.

Cette observation a un grand intérêt théorique en ce qu'elle vient corroborer les conclusions tirées de l'étude des nombreuses zéolites de Plombières.

Gisements douteux.

Pyrénées. — *Ariège*. De Charpentier a signalé (*op. cit.* 495) la stilbite dans les fissures des ophites de Rimont, de Saint-Girons, de la Bastide de Sérou. Le seul minéral que j'y ai rencontré est la *prehnite* lamellaire : il est probable que c'est ce minéral auquel de Charpentier a fait allusion.

Plateau Central. — La stilbite, si abondante dans les roches volcaniques d'Islande, des Feroë, etc., paraît ne pas exister dans les roches similaires d'Auvergne.

D'après M. Gonnard (*op. cit.*, 75), le minéral qui a été cité comme stilbite par l'abbé Lacoste au Mont-Dore, par Bouillet à Charade, à Montaudou et à Gergovia (*Puy-de-Dôme*), n'appartiendrait pas à cette substance.

M. Gonnard a bien voulu me faire savoir que les globules du puy de la Poix, qu'il avait attribués avec doute à la *puflérite*, sont constitués par de la calcédoine ; ils accompagnent la mésotype, la giobertite et la calcite dans une pépérite bituminifère.

GISMONDINE

$CaAl^2Si^4O^{12} + 4H^2O$

Monoclinique, pseudoquadratique.

Macles et formes observées. La forme adoptée ici est celle qui a été admise par M. Rinne (*Ber. Akad. Wissensch. Berlin.* 1027. 1890).

Les cristaux extérieurement pseudo-quadratiques (fig. 1) sont formés par deux cristaux élémentaires e^1 (011) maclés suivant un prisme voisin de 90°. Chacun de ces cristaux élémentaires est lui-même constitué par deux individus maclés suivant p (001).

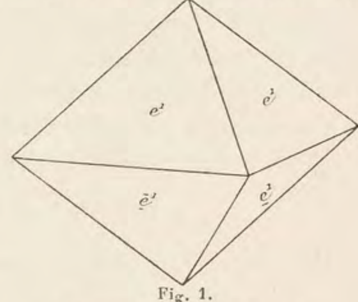


Fig. 1.
Gismondine[1] (forme habituelle).

Les angles suivants ont été mesurés par M. Gonnard sur les cristaux de Saint-Agrève :

$\bar{e}^1\ \underline{e}^1$ adj.	93°3' à 93°11'	$e^1\ \underline{e}^1$ opp.	120°24' à 120°31'

Faciès des cristaux. Les cristaux de gismondine ont une forme constante, celle de pseudo-octaèdres quadratiques (fig. 1), dont l'étude optique montre toute la complexité de structure intérieure.

Fréquemment, l'on constate à l'œil nu que ces cristaux sont formés par la réunion d'un très grand nombre d'individus ayant la même forme ; ils sont groupés à axes parallèles. Leurs faces sont alors rugueuses et trahissent la nature polysynthétique de l'assemblage. Les cristaux de gismondine de Saint-Agrève sont souvent empilés suivant leur axe vertical (Gonnard).

Clivages. Il n'existe pas de clivage. Cassure inégale.

Dureté. 4,5.

Densité. 2,265.

Coloration et éclat. Incolore ou blanche. Éclat vitreux. Transparente ou translucide.

Altérations. Les cristaux de gismondine comme ceux d'apophyllite

1. La face supérieure de gauche doit être notée $\bar{e}^1$ au lieu de e^1.

deviennent parfois troubles, laiteux ou opaques, par suite d'un commencement d'altération. Cette transformation ne s'observe souvent que sur une partie des cristaux.

Propriétés optiques. M. des Cloizeaux a démontré (*B. S. M.* VI. 301. 183 et VII. 135. 1884) que la gismondine est formée par des groupements d'individus monocliniques.

D'après M. Rinne, la bissectrice aiguë *négative* (n_p) est perpendiculaire à g^1 (010) ; n_g est sensiblement normal à h^1 (100).

Dans les sections parallèles à la base de la pyramide (fig. 1), on observe quatre secteurs ayant deux à deux la même orientation optique. Les deux premiers secteurs s'éteignent à 5° des autres.

Les sections parallèles aux faces de la pyramide montrent des plages respectivement perpendiculaires à n_g et à n_p.

$$2\,V = 82° \text{ à } 83°; \quad n_m = 1{,}5385 \text{ (M. Rinne)}.$$

M. Rinne a fait voir en outre que, sous l'influence de la chaleur, le minéral devient orthorhombique ; la bissectrice aiguë *négative* (n_p) est alors parallèle à l'axe vertical.

$$2\,H = 24°57' \text{ (vert)}.$$

Je n'ai pu avoir à ma disposition d'assez gros cristaux de gismondine des gisements français pour pouvoir étudier leurs propriétés optiques.

Composition chimique. La formule ($Ca\,Al^2\,Si^4\,O^{12} + 4\,H^2\,O$) correspond à la composition suivante :

$Si\,O^2$......	34,3
$Al^2\,O^3$.....	29,1
$Ca\,O$	16,0
$H\,O$......	20,6
	100,0

Une quantité de calcium, variable avec les échantillons analysés, est remplacée par du potassium.

Essais pyrognostiques. A 100°, la gismondine perd un tiers de son eau et devient blanche et opaque.

Au chalumeau, elle blanchit, gonfle et fond en un émail blanc : elle est décomposée par l'acide chlorhydrique en faisant gelée.

Diagnostic. La forme extérieure ne permet de confondre la gismondine avec aucune autre zéolite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La gismondine est une des zéolites les plus rares de l'Auvergne; elle s'y rencontre exclusivement dans les cavités du basalte : elle y est le plus généralement associée à la christianite, à la chabasie, à la sidérose, etc.

Plateau Central. — *Ardèche*. Le gisement de gismondine le plus remarquable à signaler est celui qui a été décrit par M. Gonnard (*B. S. M.* XVIII. 30. 1894). Il se trouve à 2 kilomètres de Saint-Agrève, sur la route de Labâtie d'Andaure, au lieu dit Chabane (à 500 ou 600 mètres de la route). Le basalte y a été exploité sporadiquement pour l'empierrement des routes; il renferme de rares vacuoles, toujours de petite taille, qui sont tapissées de cristaux octaédriques de gismondine, limpides sur les bords et opaques au centre. Souvent aussi, ces cristaux sont complètement laiteux; ils n'ont jamais plus de 2^{mm}.

La gismondine de ce gisement est associée à la christianite, à la thomsonite, à la sidérose; elle est de formation postérieure à celle de la christianite, mais elle est plus ancienne que la thomsonite; elle est parfois recouverte par de la hyalite.

Puy-de-Dôme. La gismondine est rare à Gignat près Issoire (plateau de la Chaux de Bergonne); elle forme dans les cavités du basalte doléritique des croûtes cristallines constituées par l'empilement de petits octaèdres blancs à faces rugueuses.

Bien que la christianite se trouve abondamment dans la même roche, ces deux zéolites remplissent des géodes distinctes (Gonnard, *C. R.* XCVIII. 1067. 1884).

Loire. C'est aussi M. Gonnard qui a signalé (*C. R.* XCVIII. 841. 1884) dans le basalte du bois de Verrière (sur la route de Montbrison à Saint-Anthème) l'existence de cristaux octaédriques rugueux de gismondine, associés à la christianite, la mésotype, la thomsonite, la calcite. Ils sont formés par l'empilement à axes parallèles d'un grand nombre de petits cristaux.

Gisement incertain.

Vosges. — M. Daubrée a signalé avec réserve (*B. S. G.* XVI. 579. 1859) l'existence de cristaux de gismondine en petits globules cristallins recouvrant la chabasie, etc., au milieu des bétons romains immergés dans les sources thermales de Plombières (voir à *chabasie*).

Je n'ai pu trouver de gismondine dans les échantillons de ce gisement que M. Daubrée a bien voulu me confier.

CHABASIE

$(Ca, Na^2) Al^2 Si^4 O^{12} + 6 H^2 O$

Pseudorhomboédrique. $pp = 94°46'$ (Phillips).

Angle plan du sommet du rhomboèdre $= 94°24'2''$.

$[a : c = 1 : 1{,}0860]$

Formes observées. p $(10\bar{1}1)$, b^1 $(01\bar{1}2)$, e^1 $(02\bar{2}1)$, b^2 $(11\bar{2}3)$, $e^{1/5}$ $(02\bar{2}3)$.

Macles. 1° Macles par pénétration très communes avec rotation de 60° autour de l'axe ternaire (fig. 9 et 10) : elles donnent parfois des cristaux à formes très régulières, complètement dépourvus d'angles rentrants (fig. 7 et 8) (*phacolite*) ;

2° Macles par accolement suivant p $(10\bar{1}1)$ (fig. 6).

Les angles marqués M L. ont été mesurés par M. Michel-Lévy sur les cristaux de phacolite de Périer (*B. S. M.*, X. 69. 1887).

	Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés
						Macles par pénétration.	
pa^1	128°34′		pb^2 adj.	154°26′		$b^1\bar{b}^1$ opp. sur a^1	115°50
$a^1 e^1$	111°45′		pb^1 adj.	137°23′		$p\bar{p}$ sur a^1	77° 9′
pb^1 opp.	96°29′		$b^2 b^1$ adj.	162°57′		$e^1 \bar{e}^1$ sur a^1	43°28′
pe^1 opp.	60°19′	60°25′	*pp culm.	94°46′		$p\bar{p}$ adj.	133°59′
$b^1 e^1$ adj.	143°50′		$b^2 b^2$ culm	145°54′	145°22′ M L.	(macle suivant p)	
			$b^1 b^1$ culm.	125°13		$p\bar{p}$ rentr.	171°48′
			$e^1 e^1$ culm.	72°53′			

Faciès des cristaux. Les cristaux de chabasie peuvent se rapporter à deux types distincts. Dans l'un, le rhomboèdre p $(10\bar{1}1)$ existe seul ou domine. Les cristaux sont simples ou maclés [par pénétration ou suivant p $(10\bar{1}\bar{1})$].

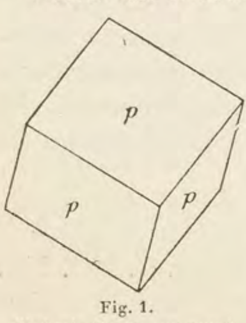


Fig. 1.
Chabasie (forme commune).

Dans le second type, les cristaux sont toujours maclés par pénétration et souvent sans angles rentrants. Ils présentent les faces b^2 $(11\bar{2}3)$ dominantes avec e^1 $(02\bar{2}1)$ (fig. 8 et 9) plus rarement $e^{1/5}$ $(02\bar{2}3)$.

Afin d'éviter les répétitions, je désignerai sous le nom de *phacolite* les cristaux de ce second type ; dans les gisements

français, ils offrent parfois la plus grande analogie avec la *seebachite* de Richmond (Victoria) ; je n'ai pas observé les cristaux hexagonaux aplatis suivant a^1 (0001) du type de la *herschelite* de Sicile. C'est peut-être à cette variété qu'il y a lieu de rapporter l'offrétite décrite plus loin.

Les faces p et b^2 sont fréquemment striées parallèlement à leur intersection mutuelle : b^2 est striée parallèlement à son intersection avec b^1.

Clivages. Clivage p $(10\bar{1}1)$ distinct. Cassure inégale.

Dureté. 4 à 7. Fragile.

Densité. 2,08 à 2,17; 2,080 Murat, 2,084 Lherz, 2,087 bois du Fajou, 2,092 Araules, 2,096 Pouzac, 2,097 Montcharret.

Coloration et éclat. Incolore, blanc plus ou moins laiteux, jaune ou rouge clair. Éclat vitreux très vif. Transparente ou translucide.

Propriétés optiques. L'examen des propriétés optiques montre que le réseau de la chabasie n'est pas rhomboédrique et que ses rhomboèdres sont toujours constitués par des groupements intimes d'individus probablement tricliniques.

M. Becke interprète les propriétés optiques de la chabasie de la façon suivante : les rhomboèdres sont constitués par un ou plusieurs individus tricliniques; chacun d'eux est clivable suivant trois plans, correspondant aux clivages rhomboédriques et pouvant être notés p (001), h^1 (100), g^1 (010) pour chaque individu composant. Ceux-ci sont maclés entre eux, suivant les faces m $(1\bar{1}0)$ et suivant t(110), faisant entre elles un angle de 118°5'.

Ces cristaux élémentaires tricliniques peuvent être groupés de trois façons différentes, suivant que ce sont leurs faces p (001), h^1 (100), ou g^1 (010) qui constituent les faces extérieures du pseudo-rhomboèdre. Le dernier cas est très rare.

Dans tous ces cristaux, quel que soit leur type, la bissectrice aiguë est plus ou moins voisine de l'axe vertical pseudoternaire, mais elle est tantôt positive et tantôt négative.

L'angle des axes 2V est variable.

Type I (faces p extérieures). Une section perpendiculaire à l'axe pseudoternaire montre une division en six secteurs, qui s'éteignent deux à deux symétriquement par rapport à leur ligne de jonction suivant la trace du plan des axes optiques (fig. 2). La bissectrice est *positive* (Rinne et Brauns).

Une section parallèle à une face rhomboédrique montre une division en deux plages avec extinction symétrique de 9° à 10° par rapport à

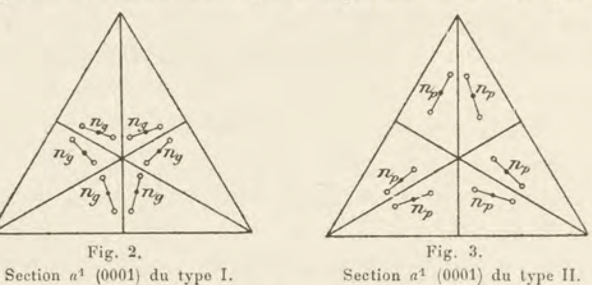


Fig. 2. Section a^1 (0001) du type I.

Fig. 3. Section a^1 (0001) du type II.

leur ligne de jonction (fig. 4). Ce type est le plus fréquent dans les chabasies françaises, et notamment dans celles des Pyrénées.

Type II (faces h^1 (100) extérieures). La fig. 3 donne la disposition du plan des axes optiques dans les six secteurs parallèles à leur base. La bissectrice est *négative* (Rinne et Brauns).

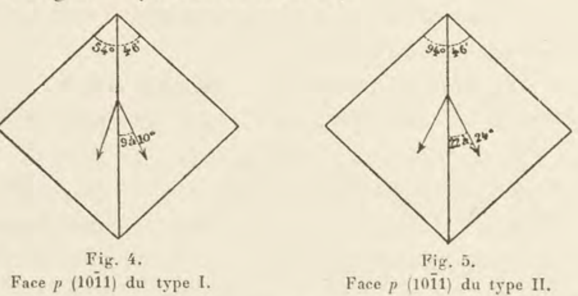


Fig. 4. Face p (10$\bar{1}$1) du type I.

Fig. 5. Face p (10$\bar{1}$1) du type II.

L'angle d'extinction atteint 24° dans les sections parallèles à une face rhomboédrique (fig. 5).

Type III (faces g^1 (010) extérieures). L'angle d'extinction dans les sections parallèles à une face rhomboédrique est de 46° environ.

Mallard, puis M. Klein, ont pensé que la variation des propriétés optiques de la chabasie était en relation avec la teneur en eau.

M. Rinne (*op. cit.*) a étudié en détail l'action de la chaleur sur les propriétés optiques de ce minéral. D'après lui, les chabasies positives deviennent négatives quand, après avoir été chauffées, elles ont perdu de l'eau. Une augmentation de chaleur rend plus grande la biréfringence : la substance est alors positive. Il serait donc intéressant de rechercher la quantité d'eau respectivement contenue dans les variétés de chabasie naturellement positives et négatives.

Les indices suivants ont été mesurés par M. E. Bertrand sur une chabasie positive :

$$n_g = 1{,}488\,;$$
$$n_p = 1{,}485\,;$$
$$n_g - n_p = 0{,}003 \text{ environ.}$$

Composition chimique. La formule $(Ca, Na^2)\,Al^2\,Si^4\,O^{12} + 6\,H^2O$ correspond à la composition suivante : *a*), si Ca est seul, *b*), si Ca et Na^2 sont dans le rapport de 1 : 1.

	a)	*b*)
SiO^2	47,4	47,2
Al^2O^3	20,2	20,0
CaO........	11,1	5,5
Na^2O.......	»	6,1
H^2O........	21,3	21,2
	100,0	100,0

La composition de beaucoup de chabasies s'éloigne de celles données par les analyses ci-dessus. M. Streng explique ces variations en admettant que ces minéraux sont le résultat du mélange isomorphe des deux composés suivants :

$$m\,(Ca, Na^2)\,Al^2\,Si^2\,O^8 + 4\,H^2O,$$
$$n\,(Ca, Na^2)\,Al^2\,Si^6\,O^{16} + 8\,H^2O.$$

La formule donnée plus haut correspond au cas particulier

$$m : n = 1 : 1.$$

M. Damour a montré que la chabasie perd 7,2 °/₀ de son poids après mois d'exposition à l'air sec ; elle compense sa perte (avec excès de 0,15 °/₀, après quelques mois d'exposition à l'air libre).

Elle perd 2,75 0°/₀ à 100° C., 14 °/₀ à 180°, 17 °/₀ à 230°, 19 °/₀ à 300°. Au rouge sombre, la perte est de 21 °/₀ et de 24 °/₀ au rouge vif. Le minéral se gonfle alors et fond.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, fond en bouillonnant en un verre plus ou moins opaque. Décomposée par l'acide chlorhydrique avec dépôt de silice floconneuse.

Diagnostic. La forme extérieure rhomboédrique et les propriétés optiques sont très caractéristiques de la chabasie.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La chabasie est, de toutes les zéolites, celle qui, en France, se rencontre dans le plus de gisements différents ; les espèces qui l'accompagnent varient avec la nature de ceux-ci. Je la considérerai successivement :

1° Dans les roches éruptives ;

2° Dans les roches sédimentaires métamorphisées au contact des roches éruptives ;

3° Dans les fentes des schistes cristallins ;

4° Dans les sources thermales actuelles, comme produit de formation récente.

1° *Dans les roches éruptives.*

a) *Dans les roches volcaniques.*

Dans les roches volcaniques, la chabasie est le plus souvent associée à la christianite. C'est dans les gisements de ce genre qu'elle présente le plus de formes variées se rapportant à l'un ou à l'autre des types établis plus haut.

α) Dans les basaltes, les labradorites et les andésites.

C'est exclusivement dans ces roches que j'ai rencontré la variété *phacolite* qui paraît n'accompagner que rarement les rhomboèdres simples de chabasie. Dans les gisements français, ces derniers sont les plus fréquents.

Plateau Central. — *Ardèche.* Faujas de Saint-Fond parle de la chabasie (zéolite cubique) de Rochemaure, dans son mémoire sur la zéolite (*Descr. géol. du Vivarais et du Velay*, 1778) et dans sa *Minéralogie des volcans* (1784).

J'ai rencontré ce minéral associé à la christianite de Saint-Jean-le-Centenier. Elle constitue des cristaux de 2^{mm} de diamètre, offrant la forme de la phacolite (fig. 7); leur sommet est généralement très arrondi. La chabasie existe aussi dans les basaltes des environs d'Aubenas.

Haute-Loire. J'ai signalé (*B. S. M.* XIV. 323 1891) les gisements d'Araules (petit col creusé dans les basaltes scoriacés, sur le chemin du village à Courcoules) et de la Croix des Boutières, au sud du Mézenc (dans labradorite scoriacée) découverts par M. Boule (*B. C. F.* n° 28,

p. 89 et 124. 1892). Les cristaux sont extrêmement abondants et d'une limpidité parfaite, surtout dans le premier gisement, où la macle suivant p (10$\bar{1}$1) n'est pas très rare (fig. 6).

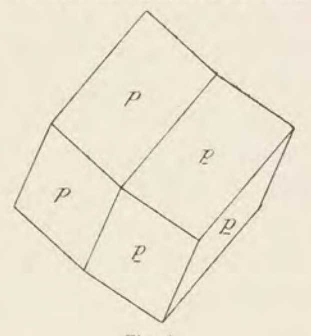


Fig. 6.
Macle par accolement suivant p (10$\bar{1}$1).

D'après les indications verbales que m'a données M. Boule, la chabasie est fréquente dans les scories basaltiques du Velay. Pascal l'a signalée à Touraine, dans le basalte de l'Aubépin, de Saint-Pierre-Eynac,de Foyes, de Coulon (associée à la mésotype).

Cantal. Un des plus beaux gisements de chabasie d'Auvergne est celui des environs de Murat (talus du chemin forestier d'Empalat, à quelques mètres de son point de jonction avec la route d'Albepierre); j'y ai été conduit par M. Fouqué.

Le tuf basaltique de ce gisement est constitué par des scories rouges extrêmement bulleuses, dont toutes les cavités sont remplies de rhomboèdres de chabasie atteignant 4^{mm}; ils sont incolores, transparents ou d'un blanc laiteux et extraordinairement abondants. Je n'y ai rencontré que le rhomboèdre p (10$\bar{1}$1) avec de très fréquentes macles par pénétration (fig. 10).

Un gisement qui mériterait d'être étudié est celui de la descente du Meynial à la Vaissière, près Murat. J'ai, en effet, observé sur des échantillons d'andésite à hornblende, recueillis autrefois par M. Fouqué, des cristaux de phacolite d'environ 4^{mm}, présentant les combinaisons b^2 (11$\bar{2}$3) et e^1 (02$\bar{2}$1) (fig. 7), avec parfois $e^{1/5}$(02$\bar{2}$3). Leur sommet est arrondi, les faces triangulaires $e^{1/5}$ présentent une structure en escalier trahissant la structure polysynthétique des cristaux.

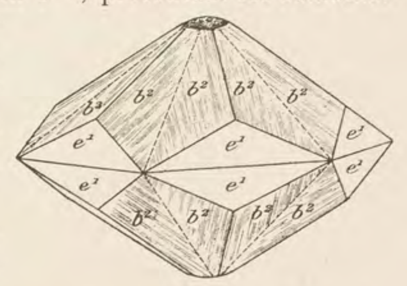


Fig. 7.
Chabasie (phacolite), macle par pénétration sans angle rentrant (Meynial).

D'après les indications que m'a données M. Rames, la chabasie est abondante dans le basalte miocène des environs d'Aurillac (La Condamine, etc.). Dufrénoy et Élie de Baumont l'ont déjà signalée à la porte d'Aurillac, sur la route de Vic-sur-Cère, avant d'arriver à la Maison Neuve. On trouve aussi ce minéral dans le basalte du puy Mary.

Puy-de-Dôme. La chabasie ne se rencontre que dans un petit nombre de gisements du Puy-de-Dôme et presque toujours sous forme de *phacolite*.

Les basaltes de Périer, près Issoire, renferment un gisement de zéolites fort remarquable découvert par M. Munier-Chalmas et étudié par M. Michel-Lévy (*B. S. M.* X. 69. 1887). Il se trouve au milieu d'une futaie, à l'ouest du ravin des Roches, dans une coulée intercalée entre un cordon de galets roulés et les alluvions fluviatiles de la base du pliocène moyen. La chabasie est associée à la mésotype, à la christianite, ainsi qu'à de la calcite et à de la hyalite. Elle se présente souvent dans des géodes, où elle est complètement seule, la christianite remplissant des géodes spéciales. Tantôt les cristaux sont clairsemés dans les cavités de la roche; ils ont alors des formes nettes. Tantôt, au contraire, ils les remplissent complètement et ils sont alors enchevêtrés. Dans ce dernier cas, il arrive fréquemment que la chabasie recouvre des cristaux ou des sphérolites de calcite.

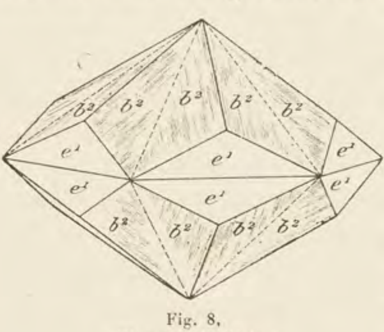


Fig. 8.
Phacolite de Périer.

Dans ce gisement, la chabasie se présente exclusivement sous forme de *phacolite* (fig. 8), les cristaux ayant leurs sommets remarquablement vifs, ce qui n'a pas lieu généralement dans les autres gisements auvergnats. Les formes dominantes sont $b^2(11\bar{2}3)$ avec e^1 $(02\bar{2}1)$ et parfois $p\,(10\bar{1}1)$ accessoire. Les faces b^2 appartenant à deux individus contigus sont souvent séparées par une gouttière très apparente. Ces cristaux atteignent 4^{mm} de plus grande dimension.

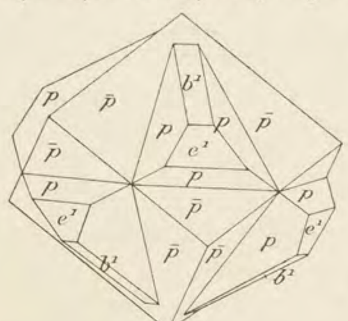


Fig. 9.
Macle par pénétration de la chabasie de Gignat.

La phacolite a été signalée par M. Gonnard à la surface des cristaux altérés de mésotype du puy de Marman. Le même savant l'a trouvée en abondance dans les géodes du basalte de Gignat (Chaux de Bergonne), où elle accompagne et recouvre la gonnardite et la christianite (*op. cit.*, 66); plus rarement, dans le même gisement, on rencontre des rhomboèdres de cha-

basie. La fig. 9 empruntée à M. Schrauf représente la forme de cristaux qui m'ont été remis par M. Bouhard.

J'ai observé des cristaux de phacolite semblables à ceux de Gignat dans les échantillons de basalte du puy de Chalus près Cournon, que m'a donnés M. Bouhard. Les roches de ce gisement ressemblent beaucoup à celles de Gignat. Les rhomboèdres, très striés, présentent avec une grande fréquence e^1 $(02\bar{2}1)$ avec ou sans b^1.

C'est sous la forme de rhomboèdres simples que ce minéral accompagne très rarement la christianite à la surface des enclaves du basalte de Prudelles (Gonnard, *C. R.* CIV. 719. 1887).

La chabasie existe probablement aussi à Montaudou et à Gergovia.

Loire. La christianite et l'offrétite du mont Simiouse, près Montbrison, sont accompagnées de rhomboèdres le plus souvent groupés de chabasie limpide, parfois maclés suivant p $(10\bar{1}1)$.

Vosges. Dans la note citée plus haut au sujet de la mésotype, Lebrun a signalé l'existence de la chabasie dans la néphélinite d'Essey-la-Côte (sommet de la Croix).

Réunion. — La chabasie a été signalée pour la première fois en 1776, dans les cavités du basalte de la Réunion, par Pasumot (*in* Faujas de Saint-Fond, *op. cit.*). Les échantillons que j'ai examinés ont été recueillis par Leschenault de La Tour et par M. Vélain. Ce sont de gros rhomboèdres incolores et transparents, quelquefois blanc laiteux, simples ou maclés par pénétration. Ils atteignent 8^{mm} et présentent parfois la base p (0001) avec (fig. 11) ou sans b^1 et e^1 $(02\bar{2}1)$; ils sont souvent maclés par pénétration (fig. 9).

Madagascar. — J'ai observé de petits rhomboèdres limpides de chabasie dans un basalte provenant des environs de Mevatanana. Il est probable que le même minéral abonde dans les basaltes de l'île et particulièrement dans ceux du Nord et du Nord-Est, dans lesquels ont été signalées des zéolites sans autre spécification.

Iles Kerguelen. — Les basaltes doléritiques des îles Kerguelen renferment de la chabasie (mont Moseley, Hafeninsel, Sonntaghafen, Palliserhafen), souvent associée à de la heulandite, à de l'analcime, de la calcite, de la calcédoine, du quartz, etc.

β) Dans les trachytes.

La chabasie est beaucoup moins abondante dans les trachytes que

dans les roches volcaniques plus basiques; elle n'a été jusqu'à présent rencontrée que dans ceux de la Haute-Loire.

Plateau Central. — *Haute-Loire.* Pascal a indiqué l'existence de la chabasie dans le trachyte du Gerbison et de Monnedeyre, où elle est accompagnée de mésotype.

M. Gonnard a trouvé des rhomboèdres de chabasie parfaitement limpides et parfois rosés, de 3 à 4^{mm} de côté, à la surface d'enclaves granitiques (en partie fondues) du trachyte de la Prade (dit du Mont-charret), près du hameau de Boussoulet. La chabasie y est associée à du quartz hyalin, de la tridymite, de la christianite, etc.

b) *Dans les roches éruptives non volcaniques.*

Les granites basiques et les ophites des Pyrénées renferment parfois de la chabasie dans leurs parties altérées. Dans ces dernières roches, la formation de ce minéral est consécutive de la transformation du feldspath en dipyre. Il est probable que la chabasie s'est produite aux dépens du dipyre.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* Des rhomboèdres blancs de chabasie ont été trouvés par M. Frossard dans les fentes de l'ophite de Pouzac.

Haute-Garonne. Le gisement le plus intéressant à ce point de vue se trouve sur le chemin de Saint-Béat à Boutx. L'ophite qui affleure au voisinage de Lez et qui a été entaillée il y a quelques années pour la rectification du chemin, m'a fourni de fort jolis rhomboèdres de chabasie, qui sont surtout abondants dans les parties très dipyrisées de la roche. Ils sont parfois accompagnés de lamelles de stilbite.

Ariège. J'ai recueilli des cristaux de chabasie sous les névés du versant N.-E. du col de Terre-Noire (entre le lac Naguille et la coume de Deilla). Elle s'y forme dans les fissures d'un granite endomorphisé et des schistes modifiés par elle (voir à *laumontite*).

2° *Dans les roches métamorphisées par les roches éruptives.*

Pyrénées. — Depuis quelques années, j'ai découvert dans les Pyrénées un grand nombre de gisements de chabasie dans lesquels ce minéral, parfois associé à d'autres zéolites (stilbite, laumontite, thomsonite, rarement christianite), tapisse les fentes, soit des calcaires et marnes calcaires métamorphisés au contact immédiat de la lherzolite, soit des calcaires à dipyre moins transformés et situés à une certaine distance de la roche éruptive. Ce genre de gisement peut fournir de

très remarquables échantillons de collection (*C. R.* CXV. 377. 1892 et *B. C. F.* n° 42. 1895).

La chabasie est aussi fréquente dans les fentes des calcaires et des schistes modifiés par le granite.

Haute-Garonne. Les calcaires et schistes micacés, que la route de Sengouagnet à Portet coupe au voisinage de la lherzolite du Tuc d'Ess, renferment de très jolis rhomboèdres de 4^{mm} blanc laiteux de chabasie, particulièrement entre la coume de Bareille et le col de Portet. Ils sont associés à de la calcite, de la laumontite, de la stilbite. La chabasie est plus rare dans les roches métamorphiques du Tou, au contact immédiat de la lherzolite.

Ariège. J'ai recueilli des cristaux de chabasie atteignant 1^{cm} dans les fissures des schistes micacés et des calcaires à dipyre du port de Saleix. Le même minéral, en très petits cristaux limpides, y est très abondant, et l'on peut aisément en recueillir au pied du port où de profondes déchirures, creusées dans les assises métamorphiques très fragiles, apportent de nombreux blocs de roches des hauteurs. Pour trouver ces échantillons en place, il faut grimper sur les rochers du flanc nord de la vallée du Saleix ; la chabasie est presque exclusivement cantonnée dans les assises noires fossilifères du lias moyen, elle est accompagnée de calcite.

La chabasie forme toujours des cristaux limpides dans les cornéennes, les roches amphiboliques et surtout les schistes micacés au contact de la lherzolite de l'Escourgeat et de divers points de la forêt de Freychinède dans la vallée de Suc, de Lordat (à la limite de ce village et de celui de Lordat), du bois du Fajou près Caussou. Dans ces diverses roches, il existe des géodes produites par la dissolution de la calcite ayant échappé à la silicatisation. La chabasie y recouvre le mica, le dipyre, le pyroxène, l'amphibole, etc. Dans les schistes micacés, elle tapisse fréquemment des surfaces continues de plusieurs décimètres carrés ; ses cristaux ont de 2 à 4^{mm}. La forme unique est le rhomboèdre primitif, quelquefois maclé suivant p $(10\bar{1}1)$.

A l'Escourgeat et au bois du Fajou, on trouve, avec la chabasie, de la thomsonite, de la christianite, de la stilbite. Ces zéolites sont en très petite proportion relativement à la chabasie ; la stilbite existe seule avec la chabasie à Lordat.

Enfin, à Prades, la chabasie se rencontre en très petits cristaux incolores dans les calcaires à dipyre ; ils sont associés à de la calcite

ainsi qu'à des cristaux de hornblende et de dipyre. Ceux-ci sont mis en relief par la dissolution superficielle des calcaires métamorphiques.

J'ai trouvé la chabasie en extrême abondance dans les fentes de calcaires et schistes paléozoïques métamorphisés par le granite du Paraou, du roc Blanc, de Baxouillade (montagnes d'Orlu et de Mijanès).

3° *Dans les fentes des schistes cristallins.*

J'ai découvert quelques remarquables gisements de chabasie dans les fissures des schistes cristallins des Pyrénées. C'est eux qui fournissent les plus beaux cristaux de chabasie que j'ai à citer dans cet ouvrage. Les zéolites qui les accompagnent ne sont pas celles qui forment les satellites de la chabasie dans les roches volcaniques du Plateau Central; ce sont la stilbite, laheulandite, la laumontite et l'analcime. La chabasie ne s'y rencontre pas sous forme de phacolite.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. J'ai trouvé en abondance la chabasie dans les déblais du tunnel de Cambo :

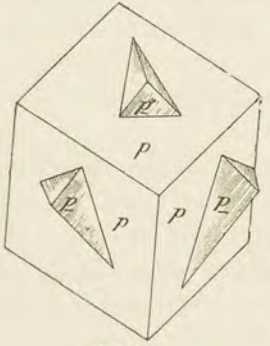


Fig. 10.
Chabasie maclée par pénétration.

1° Dans des fentes perpendiculaires à la schistosité des gneiss peu altérés. Des surfaces de plusieurs mètres carrés sont recouvertes de cristaux de chabasie ayant souvent plus de 1^{cm} 5. Ces cristaux sont seuls ou associés à de la calcite.

2° Dans des géodes très irrégulières creusées dans les gneiss très altérés. Les cristaux y sont de plus petite taille, implantés sur de l'analcime et accompagnés par de la heulandite, plus rarement par de la stilbite, de la calcite, de la pyrite. Tous ces cristaux quelquefois colorés en jaune par des infiltrations ferrugineuses sont généralement blancs et plus ou moins opaques. Leur opacité augmente dans les blocs exposés aux intempéries atmosphériques. Ce fait peut être notamment constaté dans les déblais du tunnel rejetés sur les bords de la Nive. Les formes de ces cristaux sont p $(10\bar{1}0)$, avec rarement b^1 $(01\bar{1}2)$ (fig. 11).

3° Dans les fissures de corrosion des cipolins, des gneiss pyroxéniques et amphiboliques coupés par le tunnel; on rencontre en abon-

dance des blocs de ces roches entre le tunnel et la Nive. Les lits minces de calcite des gneiss basiques ont été dissous par les circulations d'eau et ont laissé ainsi des géodes peu profondes, que suivent les sinuosités du rubanement de la roche. On y trouve de très jolis rhomboèdres transparents de chabasie ayant en moyenne de 2 à 3^{mm}, suivant une arête rhomboédrique ; ils sont implantés sur les minéraux du gneiss et associés à de la pyrite cubique, à de l'épidote, etc. Je n'ai observé que le rhomboèdre primitif et très rarement les macles suivant *p* (001) (fig. 6).

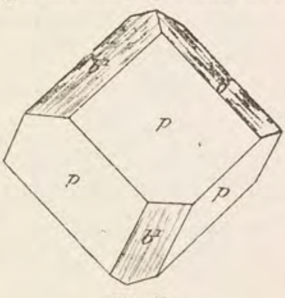


Fig. 11.
Chabasie de Cambo.

Ariège. La chabasie en rhomboèdres accompagne la stilbite de la route d'Arnave à Cazenave, ainsi qu'au col de Girabal (massif du Saint-Barthélemy) ; ils se trouvent au col même, mais surtout à quelques mètres au-dessous, sur le versant N.-E.

Le ruisseau du Bastard, qui, descendant du port de Massat, vient rejoindre le ruisseau de Massat un peu au-dessous de l'étang de Lherz, est creusé dans un gneiss à grenat qui alterne avec des granulites et des amphibolites riches en dipyre. Toutes ces roches sont fort altérées et, à la hauteur de l'étang de Lherz, absolument imprégnées de chabasie. Les blocs, que l'on fait facilement ébouler des parois du ravin, sont souvent complètement entourés de cristaux de ce minéral, comme si on les avait laissés séjourner dans un cristallisoir de sucre candi. Ces cristaux ne dépassent guère 5^{mm} et sont généralement plus petits ; ils présentent le rhomboèdre primitif avec parfois la macle suivant *p* ($10\bar{1}1$). Ce gisement, que j'ai découvert l'an dernier, est le plus abondant de ceux des Pyrénées. La chabasie y est évidemment de formation actuelle et produite par l'action du ruissellement des eaux sur les roches du lit du ravin, en dehors duquel elle n'existe pas.

4° *Dans les sources thermales actuelles, comme produit de formation récente.*

La chabasie se rencontre avec d'autres zéolites moins abondantes qu'elle, comme produit de formation actuelle dans les ciments et briques d'anciens ouvrages romains immergés dans des sources thermales.

Elle s'y présente toujours sous forme de rhomboèdres dépourvus de modifications ; les macles par pénétration (fig. 10) sont fréquentes.

Vosges. — Le gisement le plus célèbre est celui de Plombières, décrit par M. Daubrée (*C. R.* XLVI. 1086. 1858 et *B. S. G.* XII. 562. 1859). Il a été découvert au cours de travaux qui ont mis à jour des bétons romains, destinés au captage de la source thermale. Sous l'action de celle-ci, le ciment de ce béton, ainsi que les briques, ont été en partie transformés. De nombreuses zéolites se sont produites dans les cavités du béton et dans les soufflures des briques. Les cristaux de chabasie en rhomboèdres isolés ou maclés par pénétration sont parfois absolument limpides, tantôt très adhérents à la brique, tantôt formant dans les cavités du béton des enduits d'une délicatesse extrême. Ils atteignent 2^{mm} et sont associés à de la christianite, à de la calcite, etc.

Les eaux thermales de Plombières sont chlorurées et sodiques, leur température est de 70° C.

Champagne. — *Haute-Marne*. La chabasie et la christianite ont été signalées par M. Daubrée (*A. M.* VIII. 439. 1876) dans les cavités des briques d'un puisard romain des sources de Bourbonne-les-Bains (eaux chlorurées et sulfato-alcalines, température 58° à 68° C.).

Vosges. — *Haute-Saône*. Des cristaux de chabasie ont été trouvés, dans les mêmes conditions qu'à Plombières (Daubrée, *B. S. G.* XVIII. 109. 1860), dans un béton romain, aux sources thermales de Luxeuil (température de 46° C.). Les cristaux formés dans les cavités des briques sont fort nets, mais plus petits que ceux de Plombières.

Algérie. — *Oran*. Les mêmes associations minéralogiques ont été signalées dans les bétons romains des environs d'Oran (Daubrée, *C. R.* LXXXIV. 157. 1877).

OFFRÉTITE

Pseudorhomboédrique ou pseudohexagonal.

Formes observées. a^1 (0001), m $(10\bar{1}0)$.

Macles. Groupements intérieurs faisant penser que le réseau est orthorhombique. Groupements orthogonaux de deux prismes.

Faciès des cristaux. L'offrétite se montre en très petits prismes hexagonaux. La base est souvent creuse et le prisme arrondi en forme

de barillet, rappelant les cristaux de campylite. Les faces du prisme sont striées verticalement. Le plus souvent, ces prismes se réunissent pour former des sphérolites à surface hérissée de pointes cristallines.

Clivages. Clivage prismatique. Cassure vitreuse.

Dureté. Très fragile.

Densité. 2,13 (Gonnard).

Coloration et éclat. Incolore. Éclat vitreux. Transparente.

Propriétés optiques. Les cristaux couchés sur une face prismatique s'éteignent parallèlement à leur axe vertical. Ils sont extrêmement peu biréfringents et présentent parfois une structure en sablier ; l'allongement est positif. Les sections parallèles à la base montrent une division en six secteurs rappelant ceux de la herschelite (Gonnard).

J'ai observé, sur de petits cristaux constituant les sphérolites, des individus dont les deux extrémités sont de signe différent. A leur point de jonction, il existe une zone de compensation qui reste toujours éteinte entre les nicols croisés. Les cristaux que j'ai eus entre les mains étaient trop petits et trop peu biréfringents pour que leur étude puisse être poussée plus loin.

Composition chimique. La formule théorique $(K^2, Ca)^2 Al^6 Si^{14} O^{39} + 17 H^2 O$ correspond à la composition donnée en *a* dans le cas où $CaO : K^2O = 3 : 5$.

b) Analyse de l'offrétite du mont Simiouse, par M. Gonnard (*B. S. M* XIV. 60. 1891).

Cette composition rapproche l'offrétite de la variété de chabasie désignée sous le nom d'*acadialite* [analyse *c*) de l'acadialite de Nouvelle-Écosse, par Hayes (*Amer. J. of Sc.* I. 122. 1846)], dont elle est probablement une variété potassique. Ses propriétés optiques et ses formes sont très analogues à celles de la herschelite, autre variété de chabasie.

	a)	b)	c)
SiO^2	52,13	52,47	52,02
Al^2O^3	18,99	19,06	17,88
CaO	2,60	2,43	4,24
K^2O	7,29	7,72	3,03
Na^2O	»	»	4,07
H^2O	18,99	18,90	18,30
	100,00	100,58	99,54

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, blanchit et fond sans bouillonnement. Difficilement attaquée par l'acide chlorhydrique.

Diagnostic. L'offrétite ne se distingue guère de la herschelite (chabasie) par ses propriétés extérieures, sauf cependant par son allongement prismatique, alors que la herschelite est généralement aplatie suivant la base. La richesse en potasse permet de la différencier de ce dernier minéral, dont elle n'est peut-être qu'une variété potassique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Loire.* L'offrétite a été découverte par M. Gonnard dans les druses d'un basalte du mont Simiouse près Montbrison et décrite par lui (*B. S. M.* XIV. 58. 1891).

Elle y est associée à la christianite et à la chabasie. Elle y forme de petits cristaux prismatiques et plus souvent de petits mamelons cristallins transparents et incolores. Les cristaux n'ont guère plus de 0^{mm}75.

Ce minéral n'a été trouvé jusqu'à présent dans aucun autre gisement.

LAUMONTITE

$$H^4 Ca Al^2 Si^4 O^{14} + 2 H^2 O$$

Monoclinique. $mm = 86°16'$ (Dx.)[1].

$b : h = 1000 : 388{,}4625$ $D = 657{,}777$ $d = 753{,}212$

angle plan de $p = 82°15'40''$

angle plan de $m = 105°49'37''$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 1{,}1459 : 1 : 0{,}59057 \\ zx = 68°46' \end{array}\right]$$

Formes observées. p (001), m (110), g^1 (010), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), $d^{1/2}$ (111), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$).

Macles. Macle suivant h^1 (100) avec axe de rotation perpendiculaire.

Les abréviations *G. Lx.* sont mises en regard des angles mesurés

1. La valeur qui a été prise ici est la moitié de celle adoptée par M. des Cloizeaux ; elle a l'avantage de montrer les relations de forme existant entre la laumontite et les pyroxènes monocliniques. Dans ce système, a^1 ($\bar{1}01$) (Dx.) devient $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), d^1 (112) Dx $= d^{1/2}$ (111), b^1 (112) Dx. $= b^1$ ($\bar{1}11$).

par M. Gentil sur les cristaux de Bou Serdoun, et par moi-même sur ceux d'Ax.

	Angles calculés	Angles mesurés
mm	86°16′	86°13′ G
mh^1	133° 8′	19′Lx
mg^1	136°52′	
ph^1	111°14′	
pa^1 adj.	123° 5′	
*$a^{1/2}h^1$ adj.	125°41′	

	Angles calculés	Angles mesurés
$pd^{1/2}$	148°22′	148°35′Lx
*pm ant.	104°20′	104° 8′Lx
$d^{1/2}m$ adj.	135°58′	
$pb^{1/2}$ adj.	138° 3′	
$b^{1/2}m$	117°37′	
$g^1 d^{1/2}$	113°16′	
$g^1 b^{1/2}$	120°14′	

	Angles calculés	Angles mesurés
$h^1 d^{1/2}$ adj.	129° 2′	
$h^1 b^{1/2}$ opp.	81°55′	
$a^{1/2} m$ adj.	113°30′	113°30′ G.
$a^{1/2} b^{1/2}$	140°45′	
$mb^{1/2}$ ant.	105°45′	
$ma^{1/2}$ ant.	66°30′	

Faciès des cristaux. Les cristaux de laumontite sont toujours allongés suivant l'axe vertical. La forme la plus fréquente est m (110) avec p (001), ou $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$). Leur fragilité et la facilité avec laquelle ils s'altèrent rendent difficile la récolte de cristaux intacts de ce minéral. Les faces de la zone prismatique sont striées verticalement.

Clivages. Clivages parfaits suivant g^1 (010) et m (110), mauvais suivant h^1 (100) et $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$).

Dureté. 3,5 à 4. Très fragile.

Densité. 2,25 à 2,41; 2,275 Bou Serdoun (M. Gentil), 2,29 à 2,33 Huelgoat.

Coloration et éclat. Incolore, blanc laiteux, grise, jaune et plus rarement rouge de diverses nuances. Éclat vitreux, nacré sur les lames de clivage. Translucide. Par exposition à l'air, devient opaque et tombe en poussière.

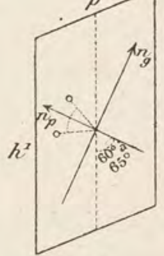


Fig. 1.
Face g^1 (010) parallèle au plan des axes optiques.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *négative* (n_p) faisant dans g^1 un angle de 60° à 65° avec l'arête h^1 (100) dans l'angle obtus de ph^1 (fig. 1). Dispersion des axes très notable $\rho < v$. *Dispersion inclinée* très faible.

$2\mathbf{E} = 52°24'$ (rouge) Huelgoat (Dx.)
$= 56°15'$ (bleu) »

Composition chimique. *a*) Composition théorique correspondant à la formule $H^4 Ca Al^2 Si^4 O^{14} + 2 H^2 O$.

Analyses de la laumontite : *b*) de Huelgoat, par Malaguti et Durocher ; *c*) id. par Lemberg (*Zeitschr. d. d. g. Gesell.* XXXVII. 987);

d) de celle de Courmayeur, par Dufrénoy (*A. M.* VIII. 506. 1835); *e*) de celle d'Ax (Lx.).

	a)	*b*)	*c*)	*d*)	*e*)
$Si O^2$......	51,1	52,47	50,45	50,38	51,13
$Al^2 O$	21,7	22,56	22,81	21,43	21,32
$Ca O$......	11,9	9,41	12,17	11,14	11,47
$H^2 O$......	15,3	15,56	15,74	16,15	18,27
	100,0	100,00	101,07	99,10	100,19
Densité	»	2,29	»	2,33	»

La laumontite perd souvent une partie de son eau de cristallisation quand elle est exposée à l'air libre ; elle devient alors d'un blanc opaque et tombe en poussière. Les cristaux de quelques localités n'éprouvent, au contraire, aucun changement. Suivant Durocher et Malaguti, la laumontite d'Huelgoat perd 26 °/₀ dans le vide au bout d'un mois et 3,85 °/₀ au-dessus de l'acide sulfurique. Le minéral reprend son eau par exposition dans une atmosphère humide. Par calcination, il perd 3,17 °/₀ de 10 à 100°, 2,91 de 100 à 200°, de 200 à 300°, c'est-à-dire 7,28 °/₀. Le reste de l'eau n'est chassé qu'au rouge vif.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, bouillonne et fond en un verre blanc bulleux. Décomposée par l'acide chlorhydrique en faisant gelée.

Diagnostic. La forme, les clivages et surtout la facilité avec laquelle la laumontite s'émiette à l'air, constituent un bon diagnostic différentiel de ce minéral et des autres zéolites.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le principal gisement de la laumontite en France se trouve dans les fissures des schistes cristallins des roches sédimentaires ainsi que dans celles des roches éruptives. Je l'examinerai successivement :

1° Dans les schistes cristallins et les roches sédimentaires ;

2° Dans les roches éruptives.

1° *Dans les schistes cristallins et les roches sédimentaires.*

Bretagne. — *Finistère*. La laumontite a été découverte en 1785 par Gillet de Laumont et décrite par Haüy (*op. cit.*, III. 410) sous le nom de *zéolite efflorescente*. Ce fut en 1808 que le même savant lui donna

le nom de *laumonite*[1] (*Tableau comparatif des résultats de la cristallographie*).

Ce minéral se trouvait en assez grande abondance au milieu des schistes argileux traversés par les galeries de la mine de galène de Huelgoat. La laumontite de ce gisement possède au plus haut point la propriété de s'altérer à l'air. Les cristaux sont allongés suivant l'axe vertical et ne présentent d'ordinaire que les faces m p, ou m $a^{1/2}$; plus rarement, on observe les combinaisons : m h^1 g^1 $a^{1/2}$; p m g^1 $a^{1/2}$; p m g^1 $a^{1/2}$ $d^{1/2}$ $b^{1/2}$ (fig. 2, d'après M. des Cloizeaux).

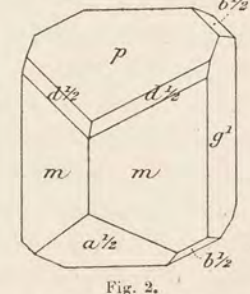


Fig. 2.
Laumontite de Huelgoat.

Le minéral forme des masses lamellaires associés à de la calcite. Dans les nombreux échantillons que j'ai eu l'occasion d'examiner, je n'ai observé aucune autre zéolite.

Les mines du Huelgoat étant aujourd'hui abandonnées, ce riche gisement doit être considéré comme épuisé.

Pyrénées. — La laumontite est très abondante dans les Pyrénées; je ne donne ici que les localités où je l'ai rencontrée en certaine abondance.

Basses-Pyrénées. J'ai trouvé en petite quantité, mais en cristaux nets, dans les fissures des gneiss de Cambo, la laumontite associée à la chabasie et à l'analcime.

Hautes-Pyrénées. La laumontite est assez abondante en cristaux lamellaires dans les schistes et calcaires métamorphiques de toute la région du lac Bleu (massif du pic du Midi de Bigorre), et particulièrement sur sa rive sud.

Haute-Garonne. J'ai rencontré cette zéolite avec stilbite, chabasie et calcite dans les fissures des schistes micacés et calcaires liasiques métamorphisés par la lherzolite du tuc d'Ess. Ces zéolites se rencontrent particulièrement entre la coume de Bareille et le col de Portet.

M. Gourdon a bien voulu me communiquer des échantillons de ce minéral qu'il a recueillis dans les fentes des schistes siliceux de l'Esponne, au-dessus de la vallée du Lys près Luchon.

1. Le nom de laumontite a été adopté au lieu de laumonite, comme plus conforme à l'orthographe du nom d'où il est tiré.

Ariège. Au-dessous d'Ax, sur la route de Prades, j'ai trouvé (*C. R.* CIX. 719. 1889) la laumontite en quantité considérable. Elle y formait, entre les feuillets de schistes paléozoïques métamorphisés par la granulite, des croûtes atteignant 6^{cm} d'épaisseur formés par des cristaux enchevêtrés dans lesquels s'observent des géodes tapissées de cristaux à formes nettes *m* (110) avec *p* (001) et $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$). L'abondance de cette zéolite avait déterminé, en 1889, un éboulement de la paroi schisteuse bordant la route ; on pouvait alors ramasser le minéral à la pelle ; il était très altérable.

J'ai retrouvé la laumontite dans les mêmes conditions à Ascou, à Savignac, au lac Naguille, dans le massif du Saint-Barthélemy, sur la route d'Arnave à Cazenave (avec stilbite, etc.) et au col de Girabal avec chabasie et stilbite, etc.

Plateau Central. — *Rhône*. M. Gonnard m'a communiqué des échantillons de laumontite lamellaire rosée qu'il a trouvée dans les fissures d'une granulite intercalée dans les schistes cristallins de Sainte-Catherine-en-Riverie.

Alpes. — *Massif du mont Blanc. Haute-Savoie*. La laumontite de Courmayeur a été étudiée par Soret, dans une note lue à la Société de physique de Genève, le 20 septembre 1821. Elle a été plus tard analysée par Dufrénoy. D'après ce savant (*A. M. op. cit.*), elle formait un filonnet dans les schistes cristallins. Elle s'altère moins à l'air que la laumontite de Huelgoat.

Favre signale aussi la laumontite au glacier de Miage avec mésotype, sphène, fluorine, quartz, etc. (*Descr. de la Savoie*. III. 68).

2° *Dans les roches éruptives.*

a) *Dans les granites basiques et les diorites.*

Pyrénées. — *Ariège*. Le granite du roc de Bragues et de toute la crête séparant la vallée d'Orlu de celle de Mijanès est profondément endomorphisé au contact de calcaires paléozoïques eux-mêmes métamorphisés (voir tome I, à *grossulaire*). Il se charge de hornblende, de plagioclases basiques et passe à une véritable diorite. Pendant la correction de cette feuille, j'ai exploré cette région, où des recherches de talc sont faites actuellement au petit col de l'Estagnet, sur un prolongement du roc de Bragues dans la vallée de Mijanès. J'y ai trouvé

en très grande abondance de la laumontite formant dans le granite endomorphisé des filonnets atteignant 8 centimètres d'épaisseur. Ils sont constitués par des cristaux de 3 ou 4 millimètres, enchevêtrés les uns dans les autres et s'isolant parfois dans des géodes avec les formes habituelles. Ce minéral s'est évidemment formé aux dépens de la roche éruptive d'après le mode qui va être indiqué dans le gisement suivant.

En explorant la vallée de Paraou en Orlu, j'ai observé au col de Terre-Noire (faisant communiquer la coume de Deilla, ou de Bedeilla, avec l'étang de Naguille) un intéressant cas de formation actuelle de laumontite. Ce col est constitué par un granite endomorphisé, injectant des schistes : cette roche est profondément altérée au col même et dans un couloir d'avalanche orienté N.-E.; ses multiples fentes sont imprégnées de laumontite accompagnée de stilbite et de chabasie. Ces mêmes zéolites se trouvent également sur les roches en petits débris que recouvrent les névés de la coume de Deilla.

Il est évident que dans ces gisements les zéolites résultent de l'action longtemps prolongée de l'eau qui suinte goutte à goutte des névés pendant le printemps et l'été [1], à la surface de roches déjà désagrégées par les gelées. Ces zéolites se forment sur place, sans apport, par décomposition des feldspaths basiques de la roche qui les renferme.

La production de la laumontite favorise la désagrégation du petit col de Terre-Noire : cette zéolite, en effet, pour se former, agrandit les fissures faites par les gelées. Sous l'influence du soleil de l'été, elle se déshydrate ensuite, quand la couche de neige amoncelée pendant l'hiver est fondue, et alors la partie superficielle de la roche se dégrade plus facilement encore qu'auparavant.

b) *Dans les microgranulites.*

Esterel. — *Var.* J'ai signalé plus haut l'association d'analcime, de stilbite, de laumontite et d'épidote observée par M. Nentien dans les

1. Il est probable que les zéolites d'un grand nombre des gisements pyrénéens décrits dans ce volume ont une semblable origine. J'ai été frappé, depuis longtemps, notamment de la fréquence des zéolites sur les cols élevés dirigés du N.-O. au N. et au N.-E., c'est-à-dire sur ceux qui sont recouverts, pendant l'hiver, d'une épaisse couche de neige, disparaissant lentement. Pour que des zéolites abondent dans ces conditions, il faut naturellement que la roche du substratum soit elle-même facilement altérable comme celles des deux gisements étudiés ci-dessus.

druses d'une enclave dioritique de la microgranulite à amphibole (porphyre bleu) du Dramont près Agay. Les cristaux de l'échantillon que j'ai examiné sont blanchâtres et présentent les formes communes *m* (110), *p* (001), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$).

c) *Dans les roches volcaniques.*

Algérie. — *Constantine.* M. Gentil a trouvé, au col de Bou Serdoun près Collo, avec les beaux cristaux d'apophylite décrits plus loin, de petits cristaux nets de laumontite blanche de 1^{mm} à 1^{cm} de longueur présentant les faces *m* (110), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$) (*B. S. M.* XVII. 18. 1894).

Gisements douteux.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* La laumontite n'a pas été trouvée avec certitude dans les roches volcaniques du Plateau Central. M. Gonnard a rapproché de ce minéral (*op. cit.*, 68) une substance verdâtre compacte, translucide sur les bords, ayant l'apparence de la stéatite. Elle est incomplètement attaquable par les acides et renferme, d'après une analyse de M. Pisani :

Si^2O^3......	46,0
Al^2O^3......	21,0
Ca O.......	2,2
Mg O	1,2
K^2O.......	4,0
Na^2O......	5,2
Fe O.......	traces
H^2O.......	19,8
	99,4

Cette substance accompagne diverses zéolites dans les basaltes du Puy-de-Dôme (notamment à Prudelles) et de la Loire (Verrières) : elle ne me paraît pas constituer une espèce minérale définie.

ZÉOLITES NON ALUMINEUSES

APOPHYLLITE

$H^7 K Ca^4 Si^8 O^{24} + 4,5 H^2 O$

Quadratique.

$b : h = 1000 : 1251,505$ D = 707,107 (Dx)

$[a : c = 1 : 1,7699]$

Formes observées. p (001), m (110), h^1 (100), h^2 (310), a^1 (101), a^3 (103), b^1 (112), b^2 (114), b^5 (1. 1. 10).

Les abréviations D. G. et Lx. correspondent respectivement aux mesures prises par Dufrénoy sur l'apophyllite du puy de la Piquette; par M. Gentil sur celle de Bou Serdoun, par l'auteur sur ceux de ces deux localités.

	Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés	Angles mesurés
mm	90°							
$m h^1$	135°	135°14′ G.	$a^1 a^1$ sur p	58°56′	58°45′ G.	$b^2 m$	122° 2′	121°57′ G.
$m h^2$	153°26′	153° 2′ G.	$a^1 h^1$	150°32′	150°25′ G.	$p b^1$	128°38′	129°11′ D.
$p a^3$	149°28′	149°42′ G.	$p b^5$	165°57′	165°59′ Lx.	$b^1 m$	141°22′	
*$p a^1$	119°28′	119°34′ G.	$b m^5$	104° 3′		$m a^1$	128° 0′	
$a^1 a^3$	150°	149°58′ G.	$p b^2$	147°58′	147°50′ G.	$a^1 a^1$	104° 0′	104°12′ D.

Faciès des cristaux. L'existence ou l'absence de la base donne des faciès variés aux cristaux d'apophyllite qui peuvent être en outre allongés ou raccourcis suivant l'axe vertical. Les faces m (110) sont ondulées ou striées parallèlement à l'axe vertical et souvent finement striées parallèlement à l'arête $p m$.

Clivages. Clivages, p (001) parfait, m (110) moins facile. Cassure inégale.

Dureté. 4,5 à 5. Fragile.

Densité. 2,3 à 2,4; 2,372 Bou Serdoun (M. Gentil), 2,38 puy de la Piquette.

Coloration et éclat. Incolore, blanche, blanc laiteux, par altération (*albine*), rarement jaune ou rougeâtre. Éclat vitreux, nacré sur p (001). Transparente ; devient trouble ou même opaque par altération.

Propriétés optiques. Double réfraction faible à un axe *positif* ou quel-

quefois *négatif*. Les apophyllites des gisements étudiés plus loin sont positives. La dispersion est forte.

Les indices mesurés par M. Gentil sur l'apophyllite de Bon Serdoun sont les suivants :

	Na	*Li*
n_g =	1,5368	1,5343;
n_p =	1,5347	1,5328;
$n_g - n_p$ =	0,0021	0,0015.

Les sections basiques présentent presque toujours des anomalies optiques connues depuis les travaux de Brewster, de des Cloizeaux, Mallard et d'autres auteurs.

L'apophyllite de Bou Serdoun étudiée par M. Gentil offre des alternances de lames biréfringentes et de lames monoréfringentes, disposées régulièrement autour d'un centre monoréfringent. Dans les bandes biréfringentes dont l'extinction se fait suivant les arêtes *pm* (001) (110), le plan des axes est tantôt parallèle, tantôt perpendiculaire à ces arêtes. $2E = 25°$ environ. Les plages monoréfringentes sont uniaxes.

D'après M. Doelter, le minéral devient rigoureusement uniaxe à 260° C., température à laquelle il perd son eau de cristallisation.

Composition chimique. La formule $H^7 K Ca^4 Si^8 O^{24} + 4,5 H^2 O$ correspond à la composition *a*. Un peu de fluor remplace une proportion équivalente d'oxygène. M. C. Friedel a constaté en outre que le minéral renferme presque toujours une petite quantité d'ammoniaque (0.38 °/₀ Bou Serdoun) (*C. R.* CXVIII. 1233. 1895).

b) Analyse de l'apophyllite de Bou Serdoun par M. Gentil (*B. S. M.* XVII. 12. 1894).

	a)	*b*)
$Si O^2$.....	53,7	53,32
Ca O......	25,0	25,30
Mg O	»	0,57
$K^2 O$	5,2	4,83
$Na^2 O$	»	0,80
$H^2 O$	16,1	16,66
	100,0	100,48

Le fluor n'a pas été trouvé dans l'analyse *b*, à cause du procédé employé : l'apophyllite de Bou Serdoun est en effet fluorifère comme celle des autres gisements (A. E. Nordenskiöld).

Essais pyrognostiques. Dans le tube, s'exfolie, blanchit et donne de

l'eau alcaline ammoniacale (Friedel). Au chalumeau, s'exfolie en colorant la flamme en rouge et fond en un émail blanc bulleux.

Décomposée par l'acide chlorhydrique, en donnant de la silice pulvérulente mélangée d'un peu de fluorure de calcium.

La présence du fluor peut être mise en évidence par le procédé suivant dû à Berzelius. Le résidu de fluorure de calcium, laissé insoluble après attaque du minéral par l'acide chlorhydrique, est recueilli et traité par l'acide sulfurique, qui met en liberté de l'acide fluorhydrique : l'existence de celui-ci est décelée par la corrosion d'une lame de verre.

Altérations. Les cristaux d'apophyllite sont parfois blancs et opaques (*albine*) ; ils doivent cette particularité à l'existence de calcite qui les imprègne.

Diagnostic. La forme quadratique, le clivage basique facile et les anomalies optiques, jointes aux propriétés pyrognostiques ne permettent pas de confondre l'apophyllite avec aucun autre minéral.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'apophyllite n'a été rencontrée que dans un petit nombre de gisements français, dans des roches volcaniques ou dans des roches en relation avec elles.

1° *Dans les roches volcaniques ou leurs enclaves.*

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. L'apophyllite a été trouvée en très beaux cristaux dans les blocs de calcaire à phryganes, englobés dans la pépérite du puy de la Piquette, au-dessous du Crest.

Dufrénoy, qui l'a décrite (*A. M.* IX. 172. 1836), attribue sa découverte à M. de Laizer, qui a donné au Muséum les beaux échantillons qu'il possède. D'après Bouillet, ce gisement aurait été trouvé en 1832 par Launoy.

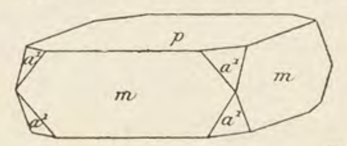


Fig. 1.
Apophyllite du puy de la Piquette.

Les cristaux d'apophyllite de cette localité, qui atteignent 1^{cm} suivant l'axe vertical, présentent les faces m (110), a^1(110) (fig. 1), plus rarement b^1(112) : quelques-uns d'entre eux ne présentent que a^1. Ils sont parfois parfaitement limpides, mais le plus souvent ils sont opaques en tout ou en partie. Ils sont associés à de jolies houppes de la mésotype et quelquefois traversés par des aiguilles de ce minéral.

L'apophyllite se rencontre exclusivement dans les tubes des calcaires à phryganes et n'a jamais été recueillie dans la pépérite elle-même. On a vu plus haut que c'est l'inverse qui a lieu pour l'analcime de ce gisement.

Le même minéral se rencontre à l'ouest de Prudelle, au-dessus de l'angle de la route de Clermont, appelé le Grand-Tournant (Gonnard. *C. R.* CIV. 719. 1887). Elle y est implantée sur la christianite, elle-même formée aux dépens d'enclaves granitiques; l'apophyllite imprègne parfois complètement celles-ci (*Les encl. des roches volc.*, *op. cit.*) Les cristaux limpides sont aplatis suivant la base et présentent les formes *p* (001), *m* (110), a^1 (101) (fig. 2 et 3). Ils sont associés à de rares cristaux de chabasie, à de l'aragonite, etc.



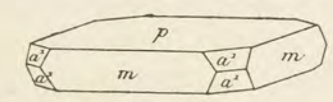


Fig. 2 et 3.
Apophyllite de Prudelle.

D'après M. Gonnard, les cristaux signalés dans diverses autres localités du Puy-de-Dôme sous le nom d'apophyllite seraient à rapporter à de la mésotype.

Algérie. — *Alger.* M. Damour a bien voulu me communiquer de petits cristaux lamelleux d'apophyllite qu'il a trouvés associés à la mésotype dans le basalte du cap Djinet, à l'ouest de Dellys. Ils n'ont pas de contours géométriques distincts.

Constantine. M. Gentil a décrit (*B. S. M.* XVII. 12. 1894) un remarquable gisement d'apophyllite découvert par M. J. Curie au col de Bou Serdoun, à environ 5 km. de Collo, sur la route de Cheraia. Au milieu d'une andésite quartzifiée se trouvent des druses atteignant souvent 50^{cm} de diamètre; elles sont remplies de cristaux enchevêtrés d'apophyllite d'où l'on peut extraire d'énormes cristaux qui peuvent atteindre 4^{cm} de plus grande dimension et rivaliser avec ceux de Poonah. Les gros cristaux sont d'un blanc laiteux; les cristaux limpides sont relativement rares et ne dépassent pas 1^{cm};

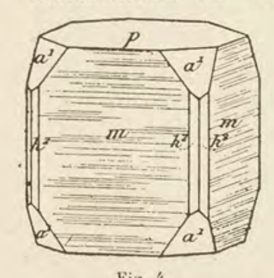
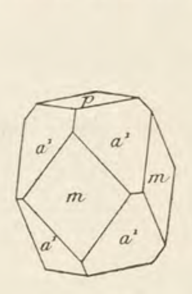


Fig. 4.
Apophyllite de Bou Serdoun.

ils se rencontrent surtout dans les géodes de dimension moyenne dans lesquelles ils ont pu se former librement.

Les formes observées dans cette localité se rapportent à deux types, dont l'un est presque dépourvu de prismes et présente la combinaison a^3 (103), a^1 (101). Dans l'autre, au contraire, le prisme est très développé et les cristaux plus ou moins allongés suivant l'axe vertical (fig. 4). Les principales combinaisons sont les suivantes : *p* (001) *m* (110) a^1 (101) (fig. 5) ; $p\,m\,a^3\,a^1$; $p\,m\,a^3\,a^1\,b^2$ (114); $p\,m\,h^1\,h^2\,a^3\,a^2\,a^1$; $m\,a^1$ (fig. 6); les formes b^1 b^2 b^8 o^2 a^3 sont toujours réduites à de petites facettes.

Cette apophyllite est parfois accompagnée par de petits cristaux de laumontite, d'analcime, de calcite, et par de l'actinote, de la delessite, du



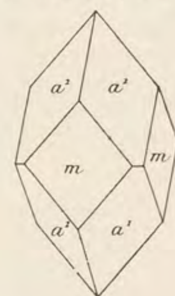


Fig. 5 et 6
Apophyllite de Bou Serdoun.

quartz, de la biotite, etc. ; mais ces minéraux se trouvent généralement dans des géodes distinctes de celles que tapisse l'apophyllite.

2° *Dans les sources thermales actuelles.*

Vosges. — M. Daubrée a signalé, dans les bétons de Plombières avec la chabasie et d'autres zéolites, de petits cristaux d'apophyllite sous forme de pyramides quadratiques (*Géol. expér.* 1879. 184). Je n'ai pu retrouver ce minéral dans les très nombreux échantillons de zéolites de Plombières que M. Daubrée a bien voulu me confier.

PLOMBIÉRITE.

M. Daubrée a donné le nom de *plombiérite* (*C. R.* LXVI. 1088. 1858 ; *A. M.* XIII. 244. 1858 et *B. S. G.* XVI. 579. 1859) à une substance qui s'est formée à Plombières (*Vosges*) dans les cavités de la partie inférieure de la couche de béton romain qui lui a fourni de nombreuses zéolites (voir *chabasie*, *christianite*, etc.).

Faciès; coloration et éclat. Ce produit, au moment où on le recueille, est gélatineux, incolore, transparent ou translucide. En se desséchant à l'air libre, il devient, au bout de quelque temps, opaque et d'un blanc de neige

Les échantillons que je dois à la bienveillance de M. Daubrée sont formés par une masse mamelonnée à structure concentrique et vaguement fibreuse ; à l'œil nu, elle paraît homogène : l'examen microscopique conduit à des résultats opposés.

Essais pyrognostiques. Le minéral donne de l'eau dans le tube ; au chalumeau, il fond avec bouillonnement, en donnant une perle blanche opaque. Il est décomposé par les acides en faisant gelée et en dégageant de l'acide carbonique.

Composition chimique. Les analyses suivantes en ont été faites :

a) par M. Daubrée (*op. cit.*);

b) par M. Fouqué (*in* Daubrée. *Géol. expér.* 186. 1879).

	a)	*b*)
SiO^2	40,6	41,89
CaO.........	34,1	33,30
MgO	»	0,21
Al^2O^3........	1,3	1,18
Fe^2O^3	»	traces
$Na^2O + K^2O$.	»	0,10
CO^2.........	23,2	11,26
Eau dégagée au-dessus de 120°		5,83
— de 120° au rouge vif		6,69
	99,2	100,46

La composition de la zéolite me paraît pouvoir être déduite de l'analyse *b*). Si, en effet, on en déduit l'alumine, l'acide carbonique et la quantité correspondante de chaux, nécessaire pour faire de la calcite, on obtient la composition suivante :

SiO^2	56,78
CaO	26,11
$Na^2O + K^2O$	0,14
H^2O	16,97
	100,00

qui correspond à celle de l'*okenite*.

L'examen microscopique tend à prouver que la substance n'est pas homogène, mais très riche en calcite ; la zéolite, faisant gelée aux acides,

n'est que cryptocristalline et ne peut par suite être assimilée à l'okenite, qui est nettement cristallisée.

CHALCOMORPHITE

Hexagonale.

$$b : h = 1000 : 1909{,}10$$

$$[a : c = 1 : 1{,}9091 \text{ vom Rath}]$$

Formes et faciès. La chalcomorphite se présente en prismes arrondis, rarement basés, rappelant l'aragonite ; ils sont parfois groupés en houppes ou en rosettes.

$^{*}p\ b^1$ 114°24′ $b^1\ b^1$ (adj.) 125°50′.

Clivages. Clivage p (0001) distinct.

Densité. 2,54.

Coloration et éclat. Incolore, blanc jaunâtre. Éclat vitreux, parfois éclat soyeux très vif surtout dans les cristaux imprégnés de calcite (Gravenoire).

Propriétés optiques. Uniaxe et négative. La biréfringence est assez élevée, mais n'a pas été déterminée avec précision.

Composition chimique. La chalcomorphite du lac de Laach est, d'après une analyse de vom Rath, un silicate de calcium et de sodium hydraté avec une faible quantité d'alumine.

L'imprégnation par de la calcite des cristaux provenant des gisements français ne m'a pas permis de faire l'analyse quantitative de ce minéral ; on peut seulement constater que sa composition qualitative est celle de la chalcomorphite de Laach.

Essais pyrognostiques. Dans le tube, blanchit, devient opaque et perd de l'eau. Fond sur les bords en se tordant à la façon de la scolécite. Soluble dans les acides en faisant gelée.

Altérations. La chalcomorphite des gisements français, et particulièrement celle de Gravenoire, est imprégnée de calcite, qui forme à ses cristaux une enveloppe continue. En attaquant par l'acide acétique (sous le microscope) ces cristaux à éclat soyeux et à peine transparents, on voit la calcite se dissoudre avec effervescence et laisser en liberté la chalcomorphite transparente, qui s'attaque aussitôt elle-même.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Ce minéral ne se trouve jamais qu'en petite quantité, dans les gisements suivants :

1° Dans les enclaves calcaires ou marneuses des roches volcaniques;
2° Dans les sources thermales actuelles.

1° *Dans les enclaves de roches volcaniques.*

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* J'ai observé en assez grande abondance la chalcomorphite dans des blocs d'argile calcaire recouverts par le basalte ou englobés par lui dans la petite carrière de la Brenne, ouverte dans la coulée basaltique de Gravenoire.

Cette argile est cuite, transformée en une matière poreuse jaune rougeâtre dont les fentes renferment de délicates houppes blanches ou d'un blanc jaunâtre de chalcomorphite. De très belles rosettes du même minéral ayant 2^{cm} de diamètre sont presque entièrement imprégnées de calcite : les aiguilles qui les constituent sont souvent creuses et remplies par le même minéral.

Les nombreux échantillons que j'ai étudiés m'ont été donnés par M. P. Gautier ou bien ont été recueillis par moi dans une course faite avec ce géologue. Ce gisement, qui n'avait que quelques mètres carrés, est aujourd'hui épuisé ; la chalcomorphite y était accompagnée d'enduits blancs et parfois de cristaux distincts de calcite.

2° *Dans les sources thermales actuelles.*

Vosges. — *Vosges.* J'ai trouvé le même minéral en belles houppes soyeuses dans des blocs de béton romain de Plombières que je dois à M. Daubrée. Ce minéral se trouve dans des géodes distinctes de celles des zéolites qui ont été étudiées plus haut.

Champagne. — *Haute-Marne.* Le même minéral en aiguilles hexagonales basées a été trouvé par M. Daubrée avec chabasie et christianite dans les cavités du béton romain de Bourbonne-les-Bains (*A. M.* VIII. 439. 1876).

AVIS AU LECTEUR

Le deuxième fascicule constituant la fin de ce volume paraîtra dans le courant de l'année 1897.

Il comprendra les *corps simples natifs*, les *arséniures*, les *antimoniures*, les *sulfures* et les *sulfosels* des divers métaux.

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS.

A. LACROIX
Professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME DEUXIÈME
(2e PARTIE)

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, BAUDRY ET Cie, ÉDITEURS
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21

1897

MINÉRALOGIE

DE

LA FRANCE

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS.

A. LACROIX
Professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME DEUXIÈME
(2e PARTIE)

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, BAUDRY ET Cie, ÉDITEURS
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21
1897

CORPS SIMPLES NATIFS

MÉTALLOÏDES

DIAMANT

C

Cubique, tétraédrique ?

Macles. Macles de contact ou de pénétration suivant a^1 (111). Macles suivant un axe quaternaire, les individus sont symétriques par rapport à une face du cube, ils sont entrecroisés.

Formes observées. Le diamant se présente avec des formes variées dans lesquelles dominent l'octaèdre, le dodécaèdre, des hexoctaèdres, le cube ; les cristaux à aspect tétraédrique ne sont pas rares.

Faciès des cristaux. Les faces des cristaux sont souvent arrondies, leurs arêtes courbes. Les macles sont fréquemment aplaties suivant a^1 (111).

Le *bort* est une variété, en grains arrondis, à surface rugueuse, possédant une structure fibreuse ou une cristallisation confuse. Le *carbone* (carbonado) est un agrégat finement grenu et légèrement poreux de petits cristaux noirs.

Dureté. 10, plus grande sur a^1 (111) que sur p (100) ; la dureté est plus grande dans le *bort* et dans le *carbone* que dans les cristaux distincts ; elle varie avec les gisements.

Densité. 3.525 (cristaux), 3.503 (bort), 3.293 (carbone).

Coloration et éclat. Incolore, blanc, parfois verdâtre, jaune orangé, bleu, brun, noir. Éclat adamantin, gras (bort) ou terne (carbone). Transparent, translucide, opaque.

Inclusions. Le diamant renferme des inclusions variées, gazeuses ou solides; ces dernières sont souvent abondantes et constituées par diverses substances dont les plus fréquentes sont des matières charbonneuses noires (crapauds).

Propriétés optiques. Réfringence et dispersion très élevées, n = 2,4195 (Dx), (Na). Le diamant présente parfois des phénomènes de biréfringence qui ne sont que rarement très nets. Ils sont tantôt régulièrement orientés dans le cristal, tantôt localisés autour d'inclusions. Le diamant est parfaitement transparent pour les rayons Rœntgen.

Phosphorescence. Le diamant devient phosphorescent après exposition au soleil ou à une décharge électrique dans le vide.

Propriétés électriques. Le diamant se charge d'électricité positive par friction; il n'est pas conducteur de l'électricité.

Composition chimique. Le diamant est du carbone pur ne laissant après combustion que peu ou pas de cendres. Le carbone laisse un résidu, variant de 0,24 à 2,03 °/₀.

Essais pyrognostiques. Le diamant chauffé dans une atmosphère privée d'oxygène reste inaltéré; au contact de l'air, il se transforme en graphite. Dans l'oxygène, il brûle en donnant de l'acide carbonique. Inattaquable par les acides et les alcalis.

Diagnostic. La dureté, l'éclat, la résistance à tous les acides et les alcalis, en même temps que la combustion dans l'oxygène, ne permettent de confondre le diamant avec aucune autre substance.

GISEMENT DOUTEUX

Algérie. — *Constantine.* La collection du Muséum possède un diamant qui a été acheté en 1833 comme provenant d'Algérie. Dufrénoy le présenta à la Société géologique et le bulletin de celle-ci (IV. 164. 1833) porte à cette occasion la note suivante du secrétaire : « Ces diamants, qui ont été trouvés dans les sables aurifères de la rivière de Goumel [probablement Oued-Roumel] de la province de Constantine

dans la régence d'Alger, ont fait dernièrement partie de l'exposition d'Alger. Ils ont eté donnés en payement à M. Peluzo, négociant et consul de Sardaigne en ce pays. L'indigène qui les lui a donnés lui demanda quel prix on attacherait à ces diamants dont on pourrait créer une exploitation « puisque, dit-il, le Goumel, rivière de leur pays, les dépose dans les sables avec des paillettes d'or. »

Dufrénoy terminait sa présentation en ajoutant : « Ce fait est d'autant plus intéressant que jusqu'ici on avait douté que l'Afrique eût jamais fourni de diamants. » La découverte des gisements de l'Afrique australe devait être faite 32 ans plus tard ! L'échantillon du Muséum est un octaèdre verdâtre, à faces courbes, pesant 91 milligrammes.

Depuis 1833, on n'a plus entendu parler des diamants d'Algérie et il est probable que ce gisement n'est pas authentique.

GRAPHITE

C

Rhomboédrique : $pp = 85°29'$

$[a : c = 1 : 1,3859$ (Kenngott)$]$

$a^1 p = 122°$

Faciès. Le graphite cristallisé se rencontre généralement sous forme de lamelles hexagonales à bords souvent arrondis, elles portent parfois des stries parallèles aux arètes a^1 (0001) p $(10\bar{1}1)$.

Le plus souvent, ce minéral constitue des masses foliacées convergeant parfois d'un centre, des masses fibreuses, compactes ou terreuses qui ne sont que cryptocristallines (*graphitite*).

Clivages. Clivage parfait suivant a^1(0001), traces suivant p $(10\bar{1}1)$. Les lames de clivage sont flexibles, mais non élastiques.

Dureté. 1 à 2. Toucher gras.

Densité. 2.09 à 2.23.

Coloration et éclat. Noir de fer à gris d'acier noir. Éclat métallique. Opaque.

Propriétés électriques. Bon conducteur de l'électricité.

Composition chimique. Carbone comme le diamant ; il contient généralement des impuretés (sesquioxyde de fer, argile, etc.).

Essais pyrognostiques. Le graphite possède de très curieuses propriétés pyrognostiques. En effet, si l'on projette du graphite dans le liquide rouge orangé, produit par la dissolution de chlorate de potasse absolument sec dans l'acide azotique fumant, le minéral au bout d'un temps plus ou moins long se transforme en oxyde graphitique[1]. Celui-ci, suivant les gisements, est vert ou jaune et peut même être décoloré par plusieurs traitements au mélange oxydant. L'oxyde graphitique détonne par la chaleur en augmentant beaucoup de volume et en laissant un résidu noir d'oxyde pyrographitique, mélangé aux impuretés insolubles que renferme souvent le graphite.

Le graphite possède une autre propriété curieuse sur laquelle ont insisté M. Luzi et plus récemment M. Moissan (*C. R.* CXIX. 976. 1894 et CXXI. 531. 1895), elle permet d'établir deux catégories dans les graphites naturels et artificiels. Quelques-uns d'entre eux, en effet, imbibés d'acide azotique fumant, séchés, puis chauffés, foisonnent d'une façon plus ou moins considérable à partir de 175°. D'autres graphites, traités de la même façon, ne foisonnent pas. M. Moissan a fait voir que tous les graphites artificiels produits par cristallisation dans un bain métallique en fusion (fer, chrome, platine, etc.), foisonnent, alors que ceux obtenus par volatilisation du carbone, par l'arc électrique ou par simple transformation calorifique d'autres formes de carbone ne foisonnent pas. Les relations pouvant exister entre le gisement des graphites naturels foisonnants et celui des graphites qui ne foisonnent pas mériteraient d'être étudiées ; dans les gisements français, le graphite nettement cristallisé des cipolins, seul foisonne, et d'une façon remarquablement intense.

Le graphite est infusible au chalumeau. Fondu avec du nitre dans un creuset de platine, il déflagre; le produit de la fusion est constitué par du carbonate de potassium, faisant effervescence avec les acides. Inattaquable par les acides.

Le graphite est la forme de carbone la plus stable à haute température et à la pression ordinaire. Le diamant et le carbone amorphe se transforment, en effet, en graphite par chauffage à haute température. Le graphite résiste d'autant mieux au mélange oxydant indiqué plus haut qu'il a été produit ou porté postérieurement à une température plus élevée.

1. Cette propriété est assez caractéristique du graphite pour que M. Berthelot ait pu le définir « toute variété de carbone susceptible de produire par oxydation un oxyde graphitique ».

Si au lieu de chauffer le graphite à l'air libre, on le chauffe dans un courant d'oxygène, il brûle comme le diamant à une température variant de 600° à 690° (Moissan).

Diagnostic. Voir à molybdénite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le graphite se rencontre en France dans un assez grand nombre de gisements, mais aucun d'entre eux n'est très considérable, ni susceptible d'exploitation fructueuse. On peut citer particulièrement les gisements suivants qui se trouvent dans les diverses conditions qui vont être énumérées :

1° Dans les roches éruptives et les schistes cristallins ;
2° Dans les roches sédimentaires modifiées au contact de roches éruptives ;
3° Dans les roches sédimentaires;
4° Dans les houillères embrasées;
5° Dans les météorites.

1° *Dans les roches éruptives et les schistes cristallins.*

a) *Dans les granites, les granulites, les gneiss et les micaschistes.*

Bretagne. — *Morbihan.* Le graphite s'est trouvé avec quelque abondance dans le quartz des filons stannifères de la Villeder. On l'a rencontré aussi dans les micaschistes des environs de Pontivy et de beaucoup d'autres points de cette région. Plus au sud, depuis la vallée de l'Étel jusqu'au golfe du Morbihan, les micaschistes renferment des intercalations de schistes à graphite indiqués par M. Barrois sur la feuille de Vannes de la carte géologique. Les principaux gisements se trouvent de Landevant à Pluneret, de Locoal-Mendon au sud d'Arradon et enfin de Ploémel au château de Kergonano en Baden et à l'île d'Arz. Le gisement de Kergonano a fait l'objet d'une tentative d'exploitation. Les échantillons que je dois à M. de Limur sont constitués par un graphite assez impur mélangé à du feldspath altéré.

Loire-Inférieure. Des lits de graphite ont été observés dans les micachistes entre Mauves et Thouaré, au Portillon près Vertou, près Pornic sur la côte de Sainte-Marie, etc.

Vendée. — Dans les schistes à séricite situés à 300 mètres au sud-ouest de Saint-Maurice le Girard (sur la route de la Caillère) se trouvent des lits riches en graphite.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. De Charpentier cite dans le Labourd toute une série de gisements, que je n'ai pas observés moi-même aux environs de Mendionde (au nord-ouest de Lekhurrun et au Sud de Macaye) sur la montagne d'Ursovia ; le graphite s'y trouve dans les micaschistes granulitisés en lamelles ou en masses.

[*Aragon*]. De Charpentier signale à la montagne de Barbarisia, au nord du port de Sahun, du graphite en gros rognons assez purs pour que les charpentiers puissent l'utiliser comme crayon (*op. cit.* 138).

Ariège. Le même auteur indique le graphite dans le granite du port de la Quorre (vallée de Bethmale) au Tal d'Alos ; il l'a trouvé en nids ou en rognons dans la vallée de Suc et notamment au Tauzal d'Escourgeat, au lac d'Arbu avec tourmaline, etc. : ces graphites compacts ne foisonnent pas.

Plateau central. — *Aveyron*. Le graphite a été autrefois exploité près de Trémouille : il existe aussi à Sagnes près Saint-Cyprien, Artigues, Monpestels, Saint-Parthem, le Cayla, le Clot, etc.

Ardèche. Le graphite a été trouvé en petits lits dans les micaschistes de Saint-Félicien.

Haute-Loire. Des lames de graphite se rencontrent dans les blocs de gneiss granulitique à cordiérite, enclavés dans la brèche basaltique des environs du Puy et dans quelques roches similaires en place dans la région.

Cantal. M. Fouqué m'a signalé le graphite à Ronesque près de Mur de Barès au milieu des micaschistes ; il forme dans ceux-ci de petits amas disposés en chapelet et devient surtout très apparent là où la roche est altérée.

Des masses compactes ou schisteuses de graphite m'ont été données par M. Bouhard qui les a recueillies dans les micaschistes de la Valette, au sud de Massiac.

Deux-Sèvres. Des schistes à graphite, semblables à ceux de Saint-Maurice, existent au Bousseau ; comme dans ce dernier gisement, ils ont été pris pour de la houille.

Charente. Les micaschistes de la bordure occidentale du plateau cen-

tral renferment localement du graphite. (La couleur noire que ce minéral donne à la roche a même conduit quelques personnes à y faire des recherches pour y trouver de la houille!) On peut citer les environs de l'Age près Montembœuf, Lesterps et Brigneuil, etc.

Haute-Vienne. Le graphite n'est pas rare dans le Limousin, soit dans les gneiss ou les micaschistes, où il accompagne les micas, soit dans les filons quartzeux qui les coupent (Saint-Laurent-les-Églises, Chatenet, etc.)

Vosges. — [*Alsace*]. Des lits de graphite se rencontrent dans les gneiss d'Urbeis et surtout de Sainte-Marie-aux-Mines; ce minéral a été plusieurs fois rencontré en grande abondance dans les exploitations de ce gisement célèbre.

Alpes. — *Massif du mont Blanc. Haute-Savoie*. Le graphite a été indiqué dans les schistes cristallins grenatifères des environs de Sainte-Marie de Fouilly, dans la vallée de Chamonix et en divers autres points du massif du Mont Blanc, au Mont du Greppon, aux Aiguilles rouges, à la Fontaine de Caillet.

Hautes-Alpes. Les gneiss des environs de la Grave renferment du graphite entre le petit tunnel et le Grand-Clos.

Maures. — *Var*. Le graphite se trouve dans les micaschistes du massif des Maures et notamment aux Chauvins en Gassin, entre La Molle et Cavalaire.

b) *Dans les cipolins.*

Les calcaires (cipolins) intercalés dans les schistes cristallins renferment assez souvent des paillettes hexagonales de graphite y jouant le même rôle que le mica. Elles atteignent parfois jusqu'à 5 millimètres de diamètre; leurs contours sont souvent arrondis.

Le graphite des cipolins est foisonnant. Les lames d'Itsatsou et de Ville-ès-Martin sont surtout remarquables à ce point de vue : quand on les chauffe, après les avoir humectées d'acide azotique fumant, elles se transforment en petits boudins vermiculés atteignant souvent plusieurs millimètres de longueur : ce foisonnement est bien supérieur à celui que l'on obtient en chauffant la vermiculite.

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. Le graphite en lames nettes se rencontre dans les lits de cipolins de Ville-ès-Martin, près Saint-Nazaire, il y est associé à de la phlogopite, etc.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. La bande de cipolins qui se trouve à la lisière sud du massif ancien du Labourd entre Itsatsou et Hélette est riche en lamelles de graphite ; les meilleurs échantillons se trouvent dans la petite carrière ouverte sur la route de Cambo à Louhossoa près du village d'Itsatsou, non loin du pont jeté sur la Nive. Ces lamelles hexagonales sont généralement très gondolées.

Ariège. Le graphite n'est pas rare sous la même forme dans les cipolins de Mercus et d'Arignac.

Plateau central. — *Puy-de-Dôme*. De petites lamelles hexagonales de graphite se rencontrent dans les cipolins de Savennes.

Vosges. — Des lames hexagonales de graphite abondent dans les cipolins de Laveline (*Vosges*) et de Sainte-Marie-aux-Mines [*Alsace*].

Alpes. — *Massif du mont Blanc. Haute-Savoie*. Le graphite a été signalé dans les calcaires saccharoïdes de l'Arpille (entre le Triant et le château de Bathie, à la Tête-Noire, etc.).

Algérie. — *Alger*. Les cipolins du Bouzaréah, près d'Alger, renferment des paillettes de graphite.

2° *Dans les roches métamorphisées par les roches éruptives.*

La matière charbonneuse des schistes et calcaires sédimentaires est fréquemment transformée en graphite quand ceux-ci sont métamorphisés au contact des roches éruptives. Les gisements français de ce genre ne présentent rien de bien particulièrement intéressant.

a) *Contact du granite, de la granulite et des roches porphyriques.*

Bretagne. — *Finistère*. Le graphite existe dans de nombreux schistes métamorphiques des environs de Morlaix et notamment à Plussier, dont le minéral a été autrefois analysé par Vauquelin.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Les schistes micacés de la vallée de Barèges renferment des lames de graphite ; il en est de même pour les calcaires qui leur sont associés (Pic d'Espade, Piquette déras Lids, etc.), De Charpentier signale ce minéral dans les joints des calcaires de Rioumaou près Saint-Sauveur, dans le massif du pic du midi de Bigorre (partie sud du bassin renfermant le lac d'Oncet au-dessous de l'hôtellerie du pic). Il indique en outre (*op. cit.* 198) dans la vallée de Gistain [*Aragon*] près du port de Lapez un schiste micacé aussi riche en graphite qu'en mica.

Haute-Garonne. Les schistes métamorphiques de la vallée de Louron renferment par places du graphite.

Ariège. Le graphite existe aussi occasionnellement dans les calcaires paléozoïques métamorphisés par le granite de ce département.

Rhône. Des lames de graphite se trouvent dans les schistes de Sain-Bel (Drian, *op. cit.* 193), métamorphisés par le granite.

Alpes. — *Hautes-Alpes*. Un gisement intéressant de graphite, autrefois exploité, se trouve dans la montagne du Chardonnet au nord-ouest de Briançon. Depuis le col du Chardonnet jusqu'au milieu de la pente qui descend dans le vallon de la Ponsonnière, se trouve une alternance de grès anthracifères et de couches charbonneuses, entremêlées de filons couches intrusifs d'une roche éruptive (porphyrite).

D'après les descriptions d'Élie de Beaumont qui a décrit ce gisement (*Ann. Sc. nat.* XV. 1828) et Lory qui l'a étudié plus tard (*Descr. géol. du Dauphiné* III. 531. 1864), le graphite est le résultat de la transformation de l'anthracite par la roche éruptive. La couche la plus importante est irrégulière, elle a environ 2 mètres d'épaisseur ; c'est une sorte d'argile noire schisteuse, contenant des rognons et de petits lits de graphite. Celui-ci, souvent taché de rouille, ne pourrait guère servir que pour adoucir les frottements des machines ou pour la fabrication des creusets. Élie de Beaumont a vu la roche éruptive se ramifier dans les argiles graphiteuses qui passent insensiblement à de l'anthracite renfermant des empreintes végétales. Le graphite le plus pur se trouve au contact même de la roche éruptive.

Je n'ai pu visiter ce gisement, mais j'ai examiné des échantillons en provenant (coll. du Muséum); ils sont constitués par la belle qualité du minéral qui est un peu lamelleux et appartient au type non foisonnant.

Isère. Lory a signalé comme peut-être identique au précédent, au point de vue du gisement, un graphite se trouvant au nord de Saint-Christophe en Oisans dans les hauteurs d'où descend le torrent du Diable (*Descrip. géol. du Dauphiné*. 215).

b) *Contact de la lherzolite et des ophites.*

Le graphite n'est pas très fréquent dans les roches métamorphisées par la lherzolite ; il ne s'y présente jamais en beaux échantillons, sauf cependant dans les schistes liasiques du port de Saleix (*Ariège*) au contact de petits filonnets de quartz à dipyre, zoïsite, etc., ainsi qu'à la

Coume de Bareille près de la lherzolite du Tuc d'Ess en Coulédoux (*Haute-Garonne*).

Dufrénoy le cite (*Minéral.* II. 88. 1856) dans le gypse d'Arignac (*Ariège*).

3° *Dans les roches sédimentaires.*

Le graphite se rencontre comme pigment dans un certain nombre de roches sédimentaires et notamment dans les schistes carburés paléozoïques (siluriens, dévoniens et carbonifères). Il n'a pas fait l'objet d'études spéciales et, dans tous les cas, il ne se présente en masses isolées que dans le gisement suivant :

Alpes. — *Hautes-Alpes.* Des tentatives d'exploitation ont été faites sur des lits d'argile schisteuse graphiteuse, intercalés dans des calcaires secondaires du vallon de Fréjus près du col de l'Échauda, à l'O.-N.-O. de Briançon. Ce gisement fournit des rognons de graphite très pur et c'est peut-être de là plutôt que du col du Chardonnet que viennent les échantillons étiquetés dans les collections « *graphite de Briançon* ».

Une exploitation a été tentée infructueusement dans des lambeaux de schistes noirs (éocènes), intercalés avec grès, dans le massif cristallin du flanc occidental du Pelvoux à l'Alefroide, dans la vallée de Vallouise.

4° *Dans les houillères embrasées.*

Le graphite a été cité dans les houillères embrasées à Commentry (*Allier*), Cransac (*Aveyron*), comme produit de la transformation de la houille par la chaleur.

5° *Dans les holosidères.*

Le graphite se trouve dans un grand nombre de fers nickelés (holosidères). Il y entoure souvent les nodules de troilite. Le fer de Caille (*Var*) peut être cité comme exemple; le graphite y existe en petites lamelles. M. Stanislas Meunier qui en a fait l'analyse a trouvé que ce graphite renfermait 2.4 °/₀ de fer (Météorites. *Encyclop. chim.* 1884. 21).

6° *Dans les produits de l'industrie.*

On sait que le graphite s'isole aisément sous forme de lames hexagonales dans la fabrication de la fonte : les usines métallurgiques produisent parfois de beaux échantillons de ce genre.

Les objets de fonte grise et notamment les boulets, ayant séjourné pendant de longues années dans la mer sont souvent encroûtés de sable que cimente de la limonite. Sans perdre de volume, ils sont devenus légers, transformés en limonite et surtout en chlorure basique de fer, très oxydable à l'air et riches en lames de graphite. Cet élément de la fonte s'est concentré dans le produit d'altération de celle-ci par suite de la disparition d'une partie du fer.

Des boulets offrant ce genre d'altération ont été étudiés, notamment par Vauquelin (*A. M.* IX. 508 1836); ils avaient été recueillis à Saint-Waast-la-Hougue (*Manche*) et provenaient de l'escadre de Tourville, détruite en 1692. Des échantillons analogues ont été rencontrés dans la rade de Brest (*Finistère*), etc.

SOUFRE

Le soufre est connu dans les laboratoires sous de nombreuses formes allotropiques. La forme orthorhombique (soufre octaédrique) est obtenue par cristallisation dans divers dissolvants (sulfure de carbone, etc.). On connaît trois formes monocliniques obtenues par cristallisation par fusion (voir Muthmann. *Z. K.* XVII. 336. 1890), et une forme rhomboédrique, sans parler du *soufre mou*, du *soufre insoluble*, du *soufre noir* pour lesquels je renvoie aux traités de chimie.

La forme orthorhombique paraît être la seule existant dans la nature. Cependant par analogie avec ce qui se passe dans les expériences de laboratoire, il est certain que le soufre recueilli en masses fondues dans les solfatares à haute température et dans les houillères embrasées a dû originellement être constitué par du soufre monoclinique, mais cette forme instable a été transformée postérieurement en soufre orthorhombique.

Orthorhombique. $mm = 101° 46'$

$b : h = 1000 : 1476{,}82$. $D = 775{,}889$ $d = 630{,}867$

[$a : b : c = 0{,}81309 : 1 : 1{,}90339$, (Kokscharoff)]

Macles. 1° Macles suivant a^1 (101) offrant parfois un aspect symétrique et une apparence prismatique ;

2° Macles suivant m (110) peu communes ;

3° Macles suivant e^1 (011).

Formes observées. p (001) ; m (110), g^1 (010) ; a^1 (101) ; e^3 (013), e^1 (011) ; $b^{5/2}$ (115), $b^{3/2}$ (113), b^1 (112), $b^{1/2}$ (111), $x = (b^{1/2}\ b^{1/4}\ g^{1/3})$ (133).

Les angles suivants ont été mesurés sur les petits cristaux de la cendrière de Trépail et sur ceux des Malines.

	Angles calculés	Angles mesurés
$m\ m$	101°46′	101°43′
$m\ g^1$	129° 7′	129° 5′
$p\ a^1$	113° 8′	113° 7′
$a^1\ a^1$ sur p	46°16′	46°16′
$p e^3$	147°36′30″	147°34′
$e\ e^3$ sur p	115°13′	115°10′
$p\ e^1$	117°43′	117°45′
$e^1\ e^1$ sur p	55°26′	55°27′
$e^1\ e^3$	150° 6′30″	150° 5′
$p\ b^{5/2}$	148°53′30″	148°50′
$b^{5/2}\ b^{5/2}$	117°47′	
$p\ b^{3/2}$	134°50′	134°46′
$b^{3/2}\ b^{3/2}$	89°40′	
$p\ b^1$	123°32′	123°28′
$b^1\ b^1$	68°4′	
$p\ b^{1/2}$	108°20′	108°21′
*$b^{1/2}\ b^{1/2}$ sur p	36°40′30″	
$b^{1/2}\ b^1$	164°48′	
$b^{1/2} b^{3/2}$	145°22′	
$b^{1/2} b^{5/2}$	139°26′30″	
$p\ x$	115°55′30″	115°60′

	Angles calculés	Angles mesurés
$b^{5/2}\ b^{5/2}$ avant	141°57′	142°
$b^{3/2}\ b^{3/2}$ avant	126°51′	126°54′
$b\ b^1$ avant	116°33′	116°35′
$g^1\ b^{1/2}$	126°47′	
$b^{1/2}\ a^1$	143°13′	
$b^{1/2}\ b^{1/2}$ avant	106°26′	106°20′
$g^1\ a^1$	90°	
$b^{5/2}\ b^{5/2}$ côté	132°44′	132°47′
$b^{3/2}\ b^{3/2}$ côté	113°14′	113°17
$b^1\ b^1$ côté	99°25′	99°25′
$h^1\ b^{1/2}$	137°26′	
$b^{1/2}\ x$	160°17′	160°14′
$x\ e^1$	152°17′	152°10′
$b^{1/2} e^1$	132°34′	132°31′
$b^{1/2}\ b^{1/2}$ côté	85° 8′	85°12′
$m\ a^1$	135°31′	135°18′
$a^1\ e^1$	79°28′	
$e^1\ m$	123°57′	123°51′

Faciès des cristaux. Les cristaux de soufre présentent généralement la pyramide $b^{1/2}$ (111), seule ou associée à un certain nombre d'autres formes. Les différences d'aspect sont dues principalement à la présence ou à l'absence de la base qui, dans le premier cas, est plus ou moins développée. Certains cristaux riches en faces ont un aspect globuleux. Dans quelques localités (non françaises), les cristaux de soufre prennent un développement sphénoédrique très remarquable.

Dans les solfatares, les cristaux de soufre formés par $b^{1/2}$ (111) ont une structure polysynthétique remarquable (fig. 2); leurs formes squelettiformes et cristallitiques seront étudiées plus loin.

Le soufre se présente aussi en masses compactes ou terreuses.

Clivages. Clivages imparfaits suivant p (001), m (110), $b^{1/2}$ (111). Cassure conchoïdale à inégale.

Dureté. 1,5 à 2,5. Fragile et peu sectile.

Densité. 2,05 à 2,09.

Coloration et éclat. Jaune de soufre, jaune paille, jaune brun, verdâtre, rougeâtre, gris rougeâtre, blanc jaunâtre. Poussière blanche.

Éclat résineux. Transparent à translucide ou opaque.

Propriétés optiques. Plan des axes parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *positive* perpendiculaire à *p*. $\rho < v$.

$$
\begin{aligned}
2\ \mathbf{V} &= 69^\circ\ 5'\ (\text{Na})\ (\text{Dx.}) \\
\mathbf{n}_g &= 2{,}24052\ (\text{raie D, Schrauf}) \\
\mathbf{n}_m &= 2{,}03832 \\
\mathbf{n}_p &= 1{,}95047 \\
\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p &= 0{,}29005
\end{aligned}
$$

Propriétés électriques. Très mauvais conducteur de l'électricité. Se charge d'électricité négative par friction.

Propriétés calorifiques. La conductibilité calorifique du soufre est très faible, ce qui explique la facilité avec laquelle les échantillons, cristallisés ou non, se fendillent en produisant des craquements caractéristiques, quand on les prend dans la main. Ce fendillement est dû aux inégales dilatations qui se produisent à l'intérieur de l'échantillon et à sa périphérie échauffée au contact de la main.

Composition chimique. Soufre pur, contenant parfois des traces de sélénium (variété rouge orange) et fréquemment mélangé avec du bitume, de l'argile, du calcaire, etc.

Propriétés pyrognostiques. Fusible à 113° C. Brûle à 270° avec une flamme bleue en dégageant de l'acide sulfureux; bout à 448°. Insoluble dans l'eau et dans les acides. Très soluble dans le sulfure de carbone, le pétrole, etc.

Altérations. Le soufre s'oxyde sous l'action de l'air humide et de l'eau riche en oxygène; il se transforme en acide sulfureux, puis en acide sulfurique produisant à son contact des sulfates, et c'est ainsi que dans les gisements sulfurifères, il disparaît fréquemment aux affleurements.

Diagnostic. Les propriétés physiques et chimiques énumérées plus haut et notamment la propriété de brûler en dégageant de l'acide sulfureux, sont tout à fait caractéristiques de ce minéral.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le soufre se rencontre dans des conditions très variées. Dans les gisements français qui vont être passés en revue, on le trouve :

1° Dans les solfatares ;

2° Dans les produits de l'inflammation des houillères ;

3° Dans les sources thermales ;

4° Dans les gisements sédimentaires par réduction de sulfates (*solfares*) ;

5° Dans des gisements divers où il résulte de la décomposition de sulfures métalliques.

1° *Dans les solfatares.*

Les fumerolles qui apparaissent dans les régions volcaniques à la fin des éruptions et qui se prolongent souvent pendant des siècles après l'extinction du volcan, sont à une température voisine de 100° ou inférieure et sont essentiellement caractérisées par l'abondance de l'acide carbonique, de l'hydrogène sulfuré et de la vapeur d'eau. Sous l'influence de l'air, il se produit des réactions variées, donnant naissance, suivant les cas et parfois même simultanément, à des dépôts de soufre et à la formation d'acide sulfureux qui s'oxyde à son tour pour donner de l'acide sulfurique. Celui-ci attaque violemment les roches au milieu desquelles se trouve la bouche de sortie des émanations volcaniques et produit à leurs dépens de nombreux sulfates solubles (gypse, aluns, etc).

Les gisements de soufre produits dans ces conditions sont les *solfatares*. Le soufre des solfatares est généralement bien cristallisé, le plus souvent constitué par de petits cristaux simples de forme (fig. 1) et n'ayant alors que les faces $b^{1/2}$ (111) ; ils se groupent pour former des associations cristallitiques à faces creuses (fig. 2).

Fig. 1. Soufre de solfatares.

Parfois le soufre ne tapisse pas de géodes, mais remplit complètement toutes les cavités de la roche volcanique altérée.

A la bouche des solfatares des volcans en activité, observés pendant des périodes de repos, la température est parfois assez élevée pour que le soufre puisse fondre, formant alors des masses d'un jaune orange sur lesquelles viennent se former des

cristaux plus récents. Il est probable qu'au moment de sa formation, ce soufre était monoclinique et qu'il s'est transformé ensuite en soufre orthorhombique comme cela a lieu dans les expériences de laboratoire.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. — Les tufs andésitiques et trachytiques (cinérites) du Mont Dore ont été dans le ravin de la Craie (au pied du Sancy) traversés par des fumerolles sulfurées qui les ont profondément altérés et en partie transformés en alunite (voir à *alunite*). Il s'est en outre déposé du soufre qui remplit les cavités de la roche. Les cristaux de feldspath sont parfois remplacés par ce minéral qui se présente en petites masses translucides d'un beau jaune très rarement pourvues de formes cristallines déterminables. La seule forme que j'ai observée est la pyramide $b^{1/2}$ (111).

Antilles. — *Guadeloupe*. La soufrière de la Guadeloupe a été décrite par Ch. Sainte-Claire-Deville (*B. S. G.* IV. 428. 1846); elle s'observe sur un cône volcanique situé à 9 kilomètres de la ville de Basse-Terre. Les fumerolles donnant de la vapeur d'eau, de l'hydrogène sulfuré et de l'acide sulfureux, se trouvent le long de la grande fente qui traverse la montagne du nord au sud. Au nord de la grande fente, se trouvait en 1846 une caverne en partie éboulée, tapissée d'alun, de gypse, etc. Le soufre n'existe en abondance qu'autour de l'orifice des fumerolles. Sur les flancs de la montagne, on rencontre parfois des végétaux en partie transformés en soufre.

La collection du Muséum renferme de beaux échantillons de ce gisement, ainsi que des cristaux distincts isolés; ce sont des pyramides $b^{1/2}$ (111), atteignant parfois 1^{cm} suivant l'axe vertical. Elles sont elles-mêmes constituées par un grand nombre de cristaux plus petits, groupés à axes parallèles (fig. 2) et dont il est facile de décéler la structure en les faisant miroiter au soleil. Ces cristaux polysynthétiques sont généralement caverneux. Quand ils s'enfilent en grand nombre à la suite les uns des autres, ils forment de



Fig. 2.

Cristaux [$b^{1/2}$ (111)] de soufre, enfilés suivant l'axe vertical. Solfatare de la Guadeloupe. (*Photographie grandeur naturelle.*)

longues aiguilles ; celles-ci s'accolent elles-mêmes parfois à axes parallèles pour former des croûtes cristallines poreuses, beaux échantillons de collection.

Réunion. — Le soufre abonde dans les volcans de la Réunion sous les mêmes formes qu'à la Guadeloupe; on y voit aussi des échantillons de basalte celluleux dont les cavités sont remplies de soufre qui paraît avoir été fondu.

Madagascar. — Le soufre est exploité à Madagascar près d'Antsirabe et dans le nord-est d'Ankaratra au milieu de régions volcaniques. C'est certainement un gisement de solfatare, sur lequel je n'ai pu recueillir aucun renseignement précis.

2° *Dans les produits de sublimation des houillères embrasées.*

Des enduits jaunes de soufre généralement fondu et associés à de l'orpiment, à du réalgar et à de nombreux autres minéraux (voir à *réalgar*) se trouvent à la surface des roches houillères calcinées par les incendies spontanés. Le soufre de ce genre de gisement ainsi que les minéraux qui l'accompagnent sont le résultat du grillage des sulfures [1] métalliques qui se trouvent dans la houille. Il se forme aussi de l'acide sulfureux dont l'oxydation donne naissance à de l'acide sulfurique qui à son tour attaque les roches grillées et forme à leurs dépens les nombreux sulfates qui seront étudiés dans le tome III ; eux aussi offrent une grande analogie avec les sulfates des solfatares.

Plateau central. — La Ricamarie près Saint-Étienne (*Loire*) est le gisement le plus remarquable à citer à cet égard : on peut indiquer, en outre, Cransac (*Aveyron*) et Commentry (*Allier*).

3° *Dans les sources thermales.*

Les sources thermales sulfurées ou sulfatées produisent à leurs points d'émergence du soufre pulvérulent ou concrétionné, blanc ou

1. C'est par un mécanisme analogue qu'en 1811, s'est produite une certaine quantité de soufre à Chessy. Les exploitants de la mine eurent alors l'idée malheureuse de griller des pyrites sur des haldes pyriteuses dans lesquelles se propagea le feu qui dura pendant plusieurs mois et ne fut éteint que difficilement. Des caisses en bois furent installées au-dessus des tas en combustion et servirent à recueillir du soufre sublimé (*J. M.* XXX. 379. 1811).

jaune pâle; quelques-unes d'entre elles fournissent ainsi de beaux échantillons de collection (Bagnères-de-Luchon).

Les sources thermales françaises offrant ces particularités peuvent se grouper de la façon suivante (voir pour la composition de ces eaux : Jacquot et Wilm. *Les eaux minérales de la France*. 1894) :

1° *Les eaux sulfurées sodiques* sont remarquables par la constance de leurs caractères (température élevée atteignant 78° à Olette), minéralisation faible 0 gr. 25 à 0 gr. 6 par litre (constituée par du sulfure, de l'hyposulfite, du sulfate, du carbonate et du chlorure de sodium avec faible proportion de silice et présence de matières organiques (*barégine glairine*) à leur point d'émergence.

En France, ces sources sont concentrées dans la chaîne pyrénéenne. [Cauterets (*Hautes-Pyrénées*) ; Saint-Sauveur, Barèges (*Basses-Pyrénées*) ; Bagnères de Luchon (*Haute-Garonne*) ; Ax, Carcanières (*Ariège*) ; Escouloubre (*Aude*) ; Olette, Canaveilles, le Vernet, Molity, Nossa, Amélie-les-Bains, la Preste (*Pyrénées-Orientales*) ; on en trouve aussi en *Corse* (Guegno, Guitera, Pietropola)].

Ces eaux renferment parfois une quantité de chlorure de sodium supérieure à celle du sulfure. [Eaux-Bonnes (*Basses-Pyrénées*) ; Gazost, Labassère (*Hautes-Pyrénées*)].

Sous le nom d'*eaux sulfureuses dégénérées*, on désigne des sources dont les sulfures sont, au contact de l'air, transformées en hyposulfites ou en sulfites ; les sources d'Aix-les-Bains (*Savoie*) en sont un exemple caractéristique.

2° Il existe une dernière catégorie d'eaux sulfureuses, ce sont les *eaux sulfureuses calciques*, minéralisées par du sulfure de calcium associé parfois à des sels de magnésium, du chlorure de sodium, etc. Elles sont froides et se trouvent généralement dans les plaines. Elles paraissent résulter du lavage d'assises triasiques ou tertiaires riches en gypse. Ces eaux chargées de sulfate de chaux passent ensuite à travers des couches bitumineuses [Allevard (*Isère*) ; Digne, Gréoux (*Basses-Alpes*)] ; ou même simplement des couches tourbeuses ou riches en matière organique [Enghien (*Seine-et-Oise*), Pierrefonds (*Oise*)] qui réduisent le sulfate en sulfure. Souvent, dans ce genre de source, quelques-uns seulement des griffons sont sulfureux, les autres sulfatés.

Toutes ces eaux sulfureuses s'altèrent à l'air, parfois elles deviennent opalescentes, bleuâtres (*eau bleue d'Ax*) par suite de la présence de soufre très divisé en suspension. D'autres fois, l'eau reste limpide, mais

jaunit et dégage une odeur d'acide sulfhydrique; il se produit un polysulfure (Barèges), des hyposulfites, des sulfites.

L'acide carbonique de l'air joue un rôle important dans l'altération des eaux sulfureuses ; il permet la formation de l'hydrogène sulfuré qui se décompose bientôt en donnant de l'eau et le soufre dont il a été question plus haut. Celui-ci s'oxyde en partie et fournit de l'acide sulfurique qui, en attaquant la roche au milieu de laquelle sourd l'eau minérale, donne naissance à de nombreux sulfates (gypse, aluns, etc.) qui seront étudiés tome III.

La précipitation du soufre, au point d'émergence des eaux sulfureuses, est aussi produite par un travail physiologique dû à des algues microscopiques ; ce sont elles qui secrètent ces matières glaireuses dont il a été question plus haut et qui ont été désignées sous le nom de *glairine* et de *barégine*. C'est alors, au milieu de ces dernières, que l'examen microscopique permet de distinguer de nombreuses espèces de bactériacées qui ont été particulièrement étudiées par M. Winogradsky au mémoire duquel (*Beitr. Morphol. der Bacterien*. 1888) sont empruntées les figures 3 à 5 (voir aussi : Van Tieghem. *Traité de botanique*. 1195. 1891).

Fig. 3.

Sulfobactériées incolores. Begiate (*Beggiatoa alba*).
a Dans une eau riche en hydrogène sulfuré ;
b Après 24 heures de séjour dans une eau privée d'hydrogène sulfuré; les globules de soufre sont plus clairsemés qu'en *a* ;
c Après 48 heures de séjour dans cette même eau, le soufre disparaît et les cloisons sont visibles.



Fig. 4.

Sulfobactériées pourpres.
a et *b* Chromate (*Chromates Okenii*) à deux stades de son développement ;
c Rhabdochromate (*Rhabdochromates rosacea*).

Les *bactériacées thiogènes* ou *sulfobactériées* constituent, comme l'a fait remarquer M. Van Tieghem, un groupe purement physiologique, renfermant les formes les plus diverses (bactériacées rouges et bactériacées incolores). Toutes ont besoin pour vivre d'emmagasiner du soufre dans leur protoplasme ; pour cela, elles décomposent l'hydrogène sulfuré, mettant en liberté du soufre qu'elles oxydent ensuite pour l'éliminer à l'état de sulfate ; sans hydrogène sulfuré, elles meurent. Elles pullulent non seulement au point d'émergence des eaux sulfureuses, mais encore elles peuvent

vivre partout où du sulfate de chaux est réduit par de la matière organique en décomposition (voir p. 375). Ce fait peut être mis expérimentalement en évidence en plaçant des rhizomes de butome, souillés de vase, dans une solution aqueuse de sulfate de chaux ; on voit bientôt les bactériacées thiogènes y prospérer.

Les bactériacées incolores (fig. 3) appartiennent à deux groupes, les *Bégiates* en filaments libres, flexibles et mobiles, sans gaine, et les *Thiothriches* en filaments fixés, rigides et immobiles pourvus d'une gaine. Ces algues ont reçu le nom vulgaire de *sulfuraires*.

Les bactéries rouges sont beaucoup plus nombreuses ; elles ne comprennent pas moins de douze genres (*Chromate*, *Rhabdochromate*, *Amibobacter*, *Thiothèce*, *Thiodycte*, *etc.*), dont quelques formes sont représentées ci-contre (fig. 4 et 5) : ce sont elles qui secrétent la *glairine*.

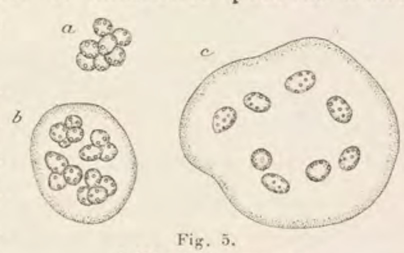


Fig. 5.
Sulfobactériées pourpres
Thiocyste (*Thiocystes violacea*) ;
a Cellules en repos ;
b et *c* Cellules secrétant de la gelée (*glairine*).

Puy-de-Dôme. Des dépôts pulvérulents de soufre sont laissés par une petite source située au pied du ravin de la Craie au Mont Dore, au-dessous du gisement d'alunite cité page 367.

La source du mont Cornadore à Saint-Nectaire dépose aussi du soufre dont une géode de beaux cristaux a été jadis trouvée dans un trou de maçonnerie (Lecoq. *Eaux Minérales*. 53).

De petits octaèdres de soufre sont déposés par la source du puy de la Poix. Enfin c'est au même mode de formation qu'il y a lieu de rapporter les enduits pulvérulents ou cristallitiques du même minéral qui tapissent les fentes du gneiss altéré de Loubarlac près de Dore l'Église (à 1 km. sur la droite de la route de Craponne) et de diverses sources du Mont-Dore, de la Bourboule, etc., renfermant de petites quantités de sulfates.

4° *Dans les roches sédimentaires par réduction de sulfates.*

a) *Dans les formations gypseuses.*

Le soufre se rencontre assez fréquemment dans les assises gypseuses; il est le résultat de la réduction du gypse sous l'influence de matières organiques ou de gaz ayant traversé la roche. Ce minéral se

rencontre par suite dans ces conditions aux deux grandes époques de dépôts gypseux, dans le trias et dans le tertiaire. Enfin, je rattache à ce groupe de gisements la formation actuelle du soufre par réduction de plâtras.

α) Dans les gypses d'âge secondaire

Dans les gypses triasiques français, le soufre ne constitue qu'un accident, sans importance industrielle. Il y forme des masses cristallines, des cristaux transparents ou translucides dont l'aspect est généralement différent de celui des gypses tertiaires décrits plus loin.

Je rapporte à cette même série les gypses pyrénéens et algériens, associés aux ophites ; l'âge triasique de quelques-uns d'entre eux n'est pas douteux, la question est discutée pour d'autres (voir à *gypse*).

Basses-Pyrénées. Le gisement de Saint-Boès (*Basses-Pyrénées*) près Dax (*Landes*) est bien connu pour les beaux cristaux de soufre qu'il a fournis autrefois. D'après les recherches de Palassou et de Thore, on sait que des sondages ont fait découvrir, au-dessous de la terre végétale, une couche d'argile ocreuse renfermant des fragments de lignite, puis des graviers imprégnés de pétrole, et enfin un banc calcaire noirâtre avec argile gypseuse bleue ou blanche et dépôt de soufre, en amas atteignant parfois 100 kg., ainsi qu'en cristaux. Dans toute cette formation, le pétrole suinte de tous côtés au voisinage d'une source sulfobitumineuse froide. Des géodes sont tapissés de très beaux cristaux de soufre natif, associés à de la calcite et plus rarement à de la célestine. M. Seunes attribue cette formation au trias ; on peut certainement affirmer qu'elle est antérieure au cénomanien.

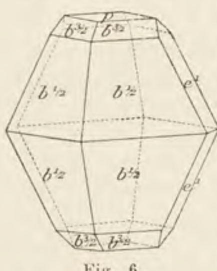


Fig. 6.
Soufre de Saint-Boès.

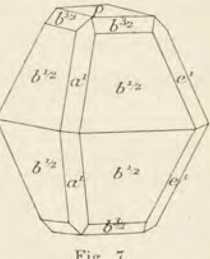


Fig. 7.
Soufre de Saint-Boès.

Les cristaux de soufre sont souvent imprégnés par du bitume qui leur donne l'apparence des cristaux de Cesena (Romagne) ; ils sont parfois recouverts d'un enduit de cristaux de calcite. Ils atteignent 2 centimètres de longueur, sont parfois parfaitement limpides et peuvent rivaliser alors avec les cristaux de Sicile. Les combinaisons de formes que j'ai observées sont assez variées $b^{1/2}$ (111) (fig. 1) ; $b^{1/2}$ (111) $b^{3/2}$ (113) ; $b^{1/2}$ $b^{3/2}$ a^1 (101) ; $pb^{1/2}$; $pb^{1/2}$ $b^{1/3}$; $pb^{1/2}$ $b^{1/3}$ e^1 (011) (fig. 6), avec par-

fois a^1 (fig. 7). Les faces p (001) sont généralement peu développées, ce n'est qu'exceptionnellement que, par suite de leur très grand développement, les cristaux sont aplatis.

La collection du Muséum renferme de beaux cristaux de soufre enduits de bitume, identiques à ceux qui viennent d'être décrits, ils sont indiqués comme provenant de Bastennes (*Landes*). Il est possible qu'ils proviennent de l'une des mines de bitume, jadis exploitées dans cette localité.

Les carrières de Lys près Sainte-Colomme, dont il a été question à l'article tourmaline (t. I, p. 105), ont fourni autrefois de magnifiques lames transparentes de gypse. La collection du Muséum en possède un cristal incolore et transparent renfermant des cristaux de soufre d'un beau jaune qui atteignent 1^{cm} suivant l'axe vertical et offrent les formes $b^{1/2}$ (111), $b^{3/2}$ (113), p (001) avec ou sans a^1 (101) et e^1 (011) (fig. 6 et 7). Ces cristaux se voient par transparence à travers le gypse qui les englobe.

Le soufre natif a été aussi trouvé dans le gypse de Salies de Béarn.

Ariège. De petites masses de soufre ont été recueillies dans les carrières de gypse de Betchat et de Lacourt.

Lorraine et Jura. — La plupart des salines de la Lorraine et du Jura (voir à *sel gemme*) renferment localement des nids ou nodules de soufre cristallin.

Alpes. — *Savoie*. Du soufre en masses transparentes ou translucides se trouve dans la plupart des gisements de gypse de la Maurienne et de la Tarentaise. On peut citer notamment les suivants : Pesey, Laval de Tignes, Modane et enfin le glacier de Gebroulaz près Moutiers, où il est associé à l'anhydrite, l'albite, la sellaïte, etc.

Algérie. — *Constantine*. Les gypses triasiques de la région de Souk-Ahras renferment assez fréquemment du soufre. M. Blayac m'a notamment signalé ceux du flanc nord du Djebel bou Kebch, à environ 20 mètres de la route du Kef. Des tentatives infructueuses d'exploitation ont été faites sur ce gisement qui n'a pas fourni de cristaux distincts.

β) Gisements d'âge tertiaire.

Dans tous les gisements qui vont être énumérés sauf un seul, le soufre ne se trouve pas en cristaux distincts. Dans plusieurs d'entre eux, la formation de ce minéral est peut-être moderne.

Bassin de Paris. — *Seine*. Les marnes du gypse de Montmartre à Paris ont fourni de petites masses terreuses de soufre, résultant de la réduction du gypse ; il est possible que ce soufre, soit de formation actuelle et par suite à rapporter au paragraphe suivant.

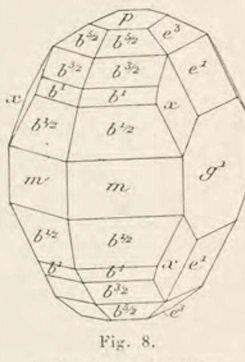


Fig. 8.

Soufre de la Cendrière de Trépail.

Marne. Grâce à l'obligeance de M. Coutolenc, j'ai pu étudier de très jolis cristaux de soufre provenant des fentes du lignite de la Cendrière de Trépail près Reims ; ils sont riches en faces ; la combinaison la plus fréquente est la suivante : p (001), e^3 (013), e^1 (011), $b^{5/2}$ (115), $b^{3/2}$ (112), b^1 (112), $b^{1/2}$ (111), x (133) (fig. 8). Ces cristaux sont fréquemment cristallitiques, réduits parfois à un enduit appliqué contre le lignite et sur lequel on ne distingue que quelques faces très brillantes.

Bassin du Rhône. — *Vaucluse*. Un gisement de soufre est exploité aux Tapets près Apt. On y observe trois couches de soufre compact, mélangé de calcaire et de gypse et alternant parfois en lits minces avec celui-ci. Cette formation appartient à l'oligocène (tongrien). Elle présente une particularité curieuse (*A. M.* XVII. 289. 1879) ; aux affleurements le soufre n'existe plus, partout où les couches sulfurées ont la forme de fond de bateau, le soufre a également disparu et le calcaire gypseux qui lui sert de gangue est devenu poreux et celluleux comme une cargneule. Il est bien évident que cette disparition du soufre placé dans ces conditions particulières, est due à une dissolution effectuée par les eaux sauvages.

Le soufre des Tapets est jaune clair, compact ; je n'ai observé aucun cristal distinct dans les nombreux échantillons que j'ai examinés.

La production du soufre des Tapets a atteint 6.400 tonnes en 1890 ; le minerai a été utilisé soit pour l'extraction du soufre, soit directement pour le traitement des maladies de la vigne.

Bouches-du-Rhône. Le soufre se trouve dans des conditions analogues à celles du gisement précédent aux Camoins, près Marseille.

Alpes. — *Basses-Alpes*. Des exploitations de soufre ont été tentées dans le tongrien de Manosque. Le soufre y est associé à du gypse et à des lignites. Il forme des masses dans un calcaire et offre la plus

grande analogie avec celui des Tapets; de même que dans ce gisement, il ne se présente pas en cristaux distincts.

Corbières. — *Aude.* Des grains de soufre ont été signalés dans une plâtrière de Vidilharn (Tournal. *Journ. de Pharm.* 500. 1828). Le même auteur a observé du soufre retiré du forage d'un puits à Malvézy près Narbonne; la couche sulfureuse est recouverte par du gypse (miocène) exploité, se couvrant d'efflorescence de sulfate de soude. D'après la description de l'auteur, ce soufre serait jaune pâle, léger, tendre, à cassure esquilleuse, happant à la langue et se polissant par le frottement. Il était englobé dans une argile bleuâtre fissile et bitumineuse.

Algérie. — *Constantine.* M. Blayac m'a signalé de petits nids de soufre natif dans le gypse des marnes oligocènes des berges de la Seybouse, non loin d'Héliopolis (environs de Guelma).

Alger. Le soufre se rencontre dans le gypse d'El-Kébrita (6 km. 5 ouest, 5° S. du marabout de Sidi-Bou-Zid et 33 km. Est, 10° S. de Téniet-el-Hâad).

Oran. Des tentatives d'exploitation ont été faites sur deux gisements de ce département : à Kef-el-Djir ou Bou-Halloufa (50 km. N., 37° Est de Relizane et à 2 km. S. de Mazouna). Le soufre est disséminé dans des marnes tortoniennes (sahélien).

A El-Bordj (20 km. Nord, 38° Est de Mascara) le soufre est mélangé à des cristaux de gypse dans une argile noire micacée (helvétien).

γ) Formation actuelle.

La réduction du sulfate de chaux (plâtras) des produits de démolition sous l'influence de matières organiques est un fait fréquent.

Seine. Le soufre produit dans ces conditions a été souvent observé dans le sol de Paris. Je citerai seulement les deux cas suivants :

Haüy a signalé des enduits et des cristaux de soufre à la surface de plâtras (recouvrant un ancien dépôt de vidange), mis au jour en 1778 lors de la démolition de la Porte-Saint-Antoine, près la Demi-Lune (*Mém. Acad. Sc.* 1780. 105 et *op. cit.* III. 282). La collection du Muséum renferme des échantillons de ce gisement. On y distingue de fort jolis petits cristaux $b^{1/2}$ (111), cristallitiques, souvent empilés suivant leur axe vertical (fig. 2). Ils présentent des formes en trémies comme le soufre des solfatares.

Daubrée a décrit (*C. R.* XCII. 101, et 1440. 1881) une véritable soufrière en voie de formation dans le sous-sol de la place de la République (sud-est de la place). Le soufre s'y est produit dans les plâtras du remblayage de l'ancien fossé d'enceinte commencé en vertu d'un arrêt du 7 juin 1670. Ce fossé fut remplacé par un rempart dont l'emplacement est devenu le Boulevard Saint-Martin. Le soufre a été observé sur 50 mètres $\times$ 20 mètres, à partir de 0^{m} 20 de la surface et jusqu'à une profondeur de 3 m. qui n'a pas été dépassée. Il forme de petits cristaux nets b^{1} (112), $b^{1/2}$ (111), *m* (110) cimentant de menus fragments de plâtre ou imprégnant des morceaux de bois; il est associé à de la calcite et à du gypse néogène.

b) *Dans les calcaires.*

Pyrénées. — [*Aragon*]. Charpentier signale (*op. cit.* 463) la présence de petites masses de soufre natif dans un calcaire fossilifère de la forge de Bielsa, dans la vallée de la Cinca sur le revers espagnol des montagnes des *Hautes-Pyrénées*.

Haute-Garonne. Le calcaire marmoréen de la carrière de Rie, à Saint-Béat (voir à *tourmaline*), renferme assez fréquemment des masses cristallisées de soufre, translucide ou transparent dont la magnifique couleur jaune tranche sur la blancheur éclatante du marbre blanc. Dans les fentes de la roche, se trouvent parfois des cristaux distincts, difficiles à isoler, car d'ordinaire ils touchent aux deux parois de la géode. M. Gourdon m'a communiqué un bel échantillon présentant les formes *p* (001), $b^{1/2}$ (111).

5° *Formation par décomposition de sulfures métalliques.*

Le soufre se produit fréquemment par altération de sulfures métalliques. Ce n'est que dans les gisements métallifères qu'il se présente en cristaux distincts, généralement très riches en faces ; dans les gisements sédimentaires, le soufre de réduction des sulfures ne se trouve guère qu'en masses pulvérulentes ou cristallines dont la couleur jaune est très pâle et rappelle celle du soufre des sources thermales.

a) *Formation aux dépens de la pyrite et de la marcasite.*

Par leur décomposition, la pyrite et la marcasite donnent assez fréquemment naissance à du soufre (voir à *pyrite*) ; celui-ci se trouve notam-

ment dans l'intérieur des nodules de marcasite transformés en limonite, il est parfois associé à du gypse. C'est à la même origine qu'il y a lieu de rapporter le soufre pulvérulent trouvé parfois dans les silex. Je me contenterai de citer à cet égard quelques gisements caractéristiques :

Aquitaine. — *Dordogne.* Le soufre pulvérulent a été signalé par Delanoue (*B. S. G.* X. II. 1838) en petites masses dans la craie (tuffeau) des environs de Périgueux. Il est probable qu'il provient de la décomposition directe de la pyrite ; toutefois l'existence de matière bitumineuse associée à ce soufre peut faire penser que celui-ci a pris naissance par une réaction secondaire (réduction par des matières organiques de sulfate de chaux provenant lui-même de la décomposition de la pyrite).

Plateau Central. — *Corrèze.* La pyrite du filon quartzeux de Meymac se transforme en limonite parfois caverneuse et renfermant de petits cristaux de soufre (Friedel. *B. S. M.* XIV 230. 1891).

Champagne. — *Aube.* Les nodules de marcasite (transformés en limonite) de la craie blanche de Montgueux près Troyes sont souvent constitués par une enveloppe solide, hérissée de pointements cristallins, qui limitent une cavité remplie par du soufre en poudre incohérente, parfois mélangée de lamelles de gypse (Leymerie. *B. S. G.* III. 240. 1832).

L'échantillon que possède la collection du Muséum renferme une quinzaine de grammes de ce soufre en poudre cristalline d'un jaune très pâle.

Vosges. — [*Alsace*]. Daubrée a cité le soufre comme produit de la décomposition de la pyrite de Bouxviller. (*Descr. géologique du Bas-Rhin.* 407. 1852).

Haute-Saône. Le soufre pulvérulent a été trouvé dans des silex de Fretigney.

Jura. — *Doubs.* Les silex jurassiques de l'abbaye de la Charité près Besançon ont parfois leur centre constitué par du soufre pulvérulent jaune pâle, intimement mélangé avec le silex ; il occupe la place de pyrite.

Jura. Il en est de même du soufre des silex des calcaires de Poligny déjà connus du temps d'Haüy (*op. cit.* III. 252).

Des échantillons semblables ont été signalés dans les silex noirs des

monts de Revigny, de la forêt de Chaux ; le même minéral a été trouvé dans des grains de minerai de fer à Hiéger et à la Chapelle-Voland (Ogérien. *Hist. nat. du Jura*. I. 272. 1865).

Alpes. — *Isère*. Les filons des Chalanches ont fourni une petite quantité de soufre natif pulvérulent, d'un blanc jaunâtre, formé sans aucun doute par la décomposition de la pyrite.

Algérie. — *Alger*. C'est à la décomposition de la pyrite plutôt qu'à la réduction du gypse qu'il y a lieu de rapporter de petits cristaux de soufre que m'a remis M. Gentil. Il les a recueillis dans les carrières de Timegheras, à Rovigo : ils tapissent dans le gypse des cavités résultant de la disparition de cristaux de pyrite, dont on trouve fréquemment les fragments entourés par du soufre. Ce dernier minéral se présente en cristaux simples de forme, généralement cristallitiques et déformés.

b) *Formation aux dépens de la blende.*

Cévennes. — *Gard*. Les mines des Malines près Saint-Laurent-le-Minier (voir à *blende*) ont fourni, il y a quelques années, de fort jolis cristaux transparents de soufre qu'accompagnent la smithsonite, la cérusite, l'anglésite, le gypse, etc., dans les cavités de la blende concrétionnée. M. Michel a signalé dans ces cristaux (*B. S. M.* XIII. 213. 1890) les formes suivantes : p (001), m (110), g^1 (010), a^1 (101), e^3 (013), e^1 (011), $b^{5/2}$ (115), $b^{3/2}$ (113), b^1 (112), $b^{1/2}$ (111), $x = (b^{1/2}\, b^{1/4}\, g^{1/3})$ (133). Ces cristaux offrent la plus grande analogie avec les cristaux de soufre de la solfatare de Pouzzoles décrits et figurés par Scacchi (fig. 9). Ce gisement a fourni de beaux échantillons de collection dont j'ai étudié un certain nombre.

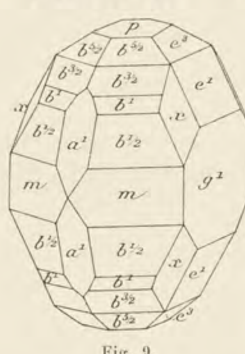


Fig. 9.
Soufre des Malines.

c) *Formation aux dépens de la galène.*

La galène d'un grand nombre de gisements donne du soufre par sa décomposition ; celui-ci se produit dans les clivages de la galène qui est alors creusée de cavités cubiques tapissées d'un enduit de très

minces cristaux ; ceux-ci semblent quelquefois noirâtres à cause de leur transparence qui permet de voir à travers eux la galène sous-jacente. Les galènes présentant ce genre d'altération donnent naturellement à l'analyse un excès de soufre et ont été désignées sous le nom de *johnstonite*.

Les haldes abandonnées de la plupart des mines, citées à l'article galène, renferment de ce soufre néogène. Je l'ai rencontré particulièrement sur celles des environs de Chenelette (*Rhône*).

Les gisements français de ce genre ne m'ont pas fourni de cristaux géométriquement déterminables.

Algérie. — *Constantine*. M. Daubrée m'a donné un échantillon de galène grenue provenant des environs de Guelma dont les cavités sont remplies par de petits cristaux transparents de soufre, ayant la même forme que ceux des Malines.

d) *Formation aux dépens de la stibine.*

Dans quelques gisements de stibine, peu nombreux du reste, la décomposition de ce minéral donne lieu à la formation de soufre. Je citerai notamment à cet égard les gisements du cap Corse (*Corse*), du Djebel Hamimat et de Sanza (*Constantine*).

GROUPE DE L'ARSENIC

Les métalloïdes de ce groupe sont rhomboédriques et isomorphes Ils présentent entre eux de grandes analogies.

Ce sont les suivants :

	pp	*Clivage parfait*	*Clivages difficiles*
* *Tellure*	86°57′	*m*	a^1
Arsenic	85° 6′	a^1	b^1
Allemontite . . .	»	a^1	b^1
Antimoine	87° 7′	a^1	b^1, h^1
Bismuth	87°40′	a^1	e^1, b^1

Ils sont volatils à des températures variées ; les propriétés pyrognostiques données plus loin permettent aisément de les distinguer les uns des autres. Le tellure seul ne paraît pas se rencontrer dans les gisements français : Boisse indique bien (*A. M.* II. 1852) que Marcel de Serres a trouvé ce minéral à Entraygues (*Aveyron*), mais ce fait demande confirmation.

ARSENIC

As

Rhomboédrique $pp = 85°6'$.
[$a : c = 1.4013$ (Zepharovich)].

Macles. Macles suivant b^1 $(01\bar{1}2)$.

Formes et faciès. Dans les gisements français, l'arsenic se trouve en masses granulaires, souvent réniformes, botroydes à structure testacée.

Fig. 1.
Arsenic natif testacé de Sainte-Marie-aux-Mines
(*Photographie grandeur naturelle*)

Clivages. Clivage a^1 (0001) parfait, b^1 $(01\bar{1}2)$ difficile. Cassure inégale et finement grenue. Fragile.

Dureté. 3.5.

Densité. 5.63 à 5.73.

Coloration et éclat. Blanc d'étain, se ternissant très rapidement à l'air en devenant noir grisâtre. Éclat métallique. Poussière blanc d'étain. Opaque.

Composition chimique. Arsenic, souvent mélangé à un peu d'antimoine, de fer, d'argent, etc.

Essais pyrognostiques. Sur le charbon, se volatilise sans fondre; dégage une odeur d'ail caractéristique et couvre le charbon d'un enduit blanc d'acide arsénieux, celui-ci se volatilise au feu réducteur en colorant la flamme en bleu. Soluble dans l'acide azotique.

Altérations. La croûte noire terne qui s'observe sur les cassures anciennes de l'arsenic est produite par un mélange d'arsenic et d'acide arsénieux ; ce dernier produit (arsénolite) se forme aussi parfois en enduits ou en cristaux blancs distincts.

Diagnostic. Les essais pyrognostiques, l'altération à l'air de la couleur constituent les meilleurs diagnostics de ce minéral.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'arsenic natif est un minéral des filons argentifères ; il y accompagne les minerais d'argent, de plomb, de cuivre, etc. Il se trouve aussi comme produit de volatilisation dans les houillères embrasées.

a) *Dans les filons métallifères.*

Vosges. — [*Alsace*]. Le gisement le plus remarquable à citer ici est celui de Sainte-Marie-aux-Mines. On y a rencontré dans les mines d'argent, aujourd'hui inexploitées, des blocs d'arsenic pesant plusieurs kilogrammes. De magnifiques échantillons de ce genre se trouvent actuellement dans la collection du Muséum. Ils ont une structure testacée (fig. 1) et sont remarquablement homogènes. Leur cassure est finement grenue. Cet arsenic est accompagné de galène, de panabase, d'argent natif, de proustite et de pyrargyrite, de cobaltine, de mispickel, etc.



Fig. 2.

Arsenic natif groupé avec calcite dans une gangue de quartz et de calcite. Sainte-Marie-aux-Mines. (*Photographie un peu réduite.*)

Une autre variété d'arsenic natif fort curieuse est constituée par des groupements bacillaires de calcite dont les baguettes sont moulées par de l'arsenic natif. La fig. 2 représente un échantillon de ce genre à gangue quartzeuse, provenant de la collection du Muséum.

Les fig. 3 et 4 montrent un échantillon dans lequel il y a formation d'une véritable pegmatite : les cristaux de calcite à section triangulaire jouent le même rôle que le quartz dans la pegmatite graphique.

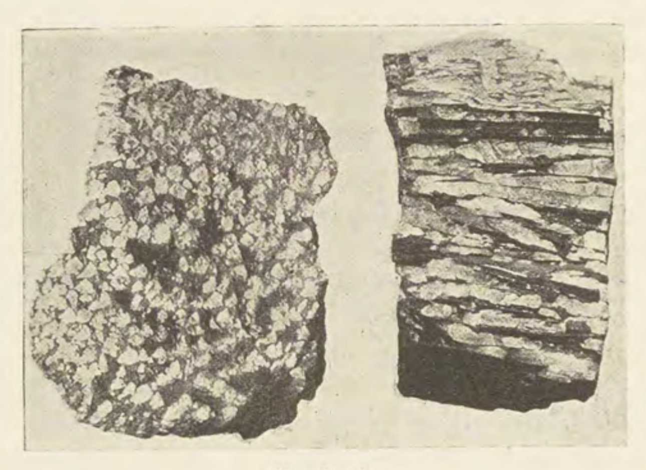


Fig. 3 et 4.

Groupement pegmatique de calcite et d'arsenic natif. (Sainte-Marie-aux-Mines). Échantillon vu perpendiculairement (fig. 3) et parallèlement (fig. 4) à l'axe vertical de la calcite. (*Photographie grandeur naturelle.*)

L'arsenic natif a été surtout trouvé dans les filons de Saint-Jacques et de Gabe-Gottes (voir *argent*).

Plateau Central. — (*Loire*). Grüner (*Descrip. géol. de la Loire*, 453, 1857) signale l'existence d'arsenic natif testacé dans le filon de mispickel de Saint-Martin-la-Sauveté.

b) *Dans les houillères embrasées.*

Plateau Central. — *Loire.* L'arsenic natif se trouve dans les efflorescences noires qui recouvrent les roches houillères des environs de Saint-Étienne, calcinées par les incendies spontanés (voir à *salmiac*). M. Mayençon a aussi signalé l'existence de petits cristaux de ce minéral dans les croûtes cristallines qui recouvrent ces mêmes roches (*C. R.* LXXXVI. 491. 1878) à Reveux en Saint-Jean Bonnefond. L'échantillon que je dois à l'obligeance de ce savant supporte des rhomboèdres p ($10\bar{1}1$), très nets, d'un blanc éclatant.

ALLEMONTITE

$SbAs^3$.

Rhomboédrique.

Formes et faciès. L'allemontite se trouve exclusivement en masses cristallines formées par des cristaux lamelleux dont les lames sont fréquemment courbes. Elle est aussi parfois très finement grenue.

Clivages. Clivage a^1 (0001) parfait, b^1 (01$\bar{1}$2) difficile. Fragile.

Dureté. 3,5.

Densité. 6,203 (Rammelsberg).

Coloration et éclat. Blanc d'étain à gris rougeâtre, avec quelquefois teinte bleuâtre (se ternissant à l'air dans les variétés riches en arsenic). Éclat métallique brillant. Opaque.

Composition chimique. La formule $SbAs^3$ correspond à la composition donnée en *a*).

b) Analyse de l'allemontite des Chalanches par M. Rammelsberg. (*P. A.* LXII. 137. 1844).

La composition de l'allemontite des Chalanches n'est pas fixe et il paraît exister des passages entre ce minéral et l'antimoine natif qui lui est associé.

	a	*b*
Sb........	34,8	37,85
As........	65,2	[62,15]
	100,00	100,00

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, fond en donnant des fumées arsénicales et antimonieuses, puis un globule métallique qui prend feu et brûle en laissant un enduit blanc d'acide antimonieux.

Décomposée par l'acide azotique avec formation d'un résidu blanc d'acide antimonique.

Altérations. Comme *antimoine.*

Diagnostic. L'association des réactions de l'arsenic et de l'antimoine permet de distinguer l'allemontite de ces deux minéraux considérés individuellement. Sa couleur est du reste d'un gris moins blanc que celui de l'antimoine, les variétés riches en arsenic tirent sur le gris

bleuâtre et se ternissent d'autant plus rapidement à l'air qu'elles sont plus arsénicales.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Alpes. — *Isère*. L'allemontite a été découverte dès le début de l'exploitation de la mine des Chalanches (voir page 409). Elle fut décrite tout d'abord par Sage sous le nom de *pyrite arsénicale à facettes hexagones* (*Éléments minéral.* II. 71. 1777). Haüy la désigna sous le nom d'*antimoine natif arsenifère* et ce fut Haidinger (*Handbuch Mineral.* 557. 1845) qui lui donna le nom *d'allemontite*, du nom d'Allemont, bourg où était établie la fonderie servant au traitement des minerais des Chalanches.

L'allemontite se présente dans les mêmes conditions que l'antimoine natif de ce gisement, en nodules irréguliers, superficiellement oxydés. La structure est très variée, tantôt elle est finement grenue à la façon de certaines galènes, tantôt elle présente une texture testacée par suite de la disposition régulière d'un grand nombre de lamelles à faces courbes. Suivant que la richesse en arsenic est faible ou considérable, la couleur se rapproche de celle de l'antimoine natif ou, au contraire, tire vers celle de l'arsenic en se ternissant alors à l'air, mais en conservant le plus souvent une teinte bleuâtre. L'allemontite est parfois recouverte ou mélangée de kermésite fibreuse, d'enduits blancs de valentinite.

Gisement douteux.

Bretagne. — *Finistère*. L'allemontite testacée a été indiquée par Berzélius (*De l'emploi du chalumeau*, traduct. Fresnel, 1837. 172) à Poullaouen, mais il me semble probable que ce nom a été mis par erreur à la place de celui d'Allemont qui n'est pas cité dans l'ouvrage.

ANTIMOINE

Sb

Rhomboédrique : $pp = 87°7$
[$a : c = 1 : 1,32362$ (Laspeyres)].

Macles. Macles polysynthétiques suivant b^1 $(01\bar{1}2)$.

Formes et faciès. L'antimoine natif se présente dans les gisements

français en masses lamellaires, parfois à grands éléments, dans lesquelles les clivages sont très distincts.

Clivages. Clivage a^1 (0001) parfait, parfois b^1 $(01\bar{1}2)$ distinct, h^1 $(11\bar{2}0)$ indistinct. Cassure inégale. Fragile.

Dureté. 3 à 3,5.

Densité. 6,65 à 6,72.

Coloration et éclat. Blanc d'étain. Poussière de la même couleur. Éclat métallique. Opaque.

Composition chimique. Antimoine presque pur, avec une petite quantité d'arsenic, de fer, d'argent.

Propriétés pyrognostiques. Fusible à 632°. Au chalumeau, fond facilement en donnant des fumées d'acide antimonieux, puis brûle (même si le feu est interrompu) et se couvre d'aiguilles blanches de valentinite. L'enduit blanc formé sur le charbon se volatilise en colorant la flamme de réduction en bleu verdâtre. L'antimoine fondu cristallise par refroidissement.

Attaqué par l'acide azotique avec dégagement de vapeurs nitreuses et transformé en acide antimonique blanc.

Altérations. L'antimoine natif s'altère à l'air et se recouvre d'une couche blanche ou d'un blanc jaunâtre de valentinite (voir t. III).

Diagnostic. Voir les essais pyrognostiques de l'allemontite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'antimoine natif accompagne certains minerais d'argent et de bismuth dans quelques gisements métallifères.

Alpes. — *Isère*. De fort beaux échantillons d'antimoine natif ont été trouvés dans les filons argentifères de la montagne des Chalanches (voir à *argent*) ; ils y ont toujours constitué une rareté. Ils forment des rognons généralement englobés dans la terre ocreuse des filons ; ils sont entourés et parfois pénétrés par de la valentinite pulvérulente ou fibreuse et parfois aussi par de la kermésite fibreuse. L'allemontite leur est aussi associée.

La structure de l'antimoine natif est éminemment cristalline, sans qu'aucun cristal isolable ait pu être trouvé. Rarement à grains fins, il se trouve le plus généralement en grandes lames parfois courbes pouvant atteindre presque 1^{cm} de diamètre.

Gisements incertains.

La collection du Muséum possède deux échantillons d'antimoine natif, l'un à très grandes lames indiqué comme provenant du département du *Gard*; l'autre, à grains fins, donné comme venant de *Corse*. Je n'ai pu recueillir aucune donnée sur le gisement réel de ces échantillons.

BISMUTH

Bi

Rhomboédrique : $pp = 87°40'$
$[a : c = 1 : 1,3036.$ (G. Rose)].

Macles. Macles suivant b^1 $(01\bar{1}2)$ pouvant être obtenues par pression d'après M. Fletcher.

Formes. Dans les gisements français, le bismuth natif se présente sous forme grenue ou lamellaire. Les cristaux artificiels constituent des trémies à formes rappelant des cubes.

Clivages. Clivage a^1 (0001) parfait, moins facile suivant e^1 $(02\bar{2}1)$, à peine distinct suivant b^1 $(01\bar{1}2)$. Sectile et fragile; malléable à chaud seulement.

Dureté. 2 à 2,5.

Densité. 9,7 à 9,83.

Coloration et éclat. Blanc d'argent avec teinte légèrement rosâtre. Poussière de même couleur. Se ternit à l'air et prend des nuances irisées avec teintes jaunes et rouges dominantes. Opaque.

Composition chimique. Bismuth pur, avec souvent traces d'argent, de soufre, de tellure, d'antimoine, d'arsenic, etc.

Analyse du bismuth natif de Meymac (Corrèze) par M. Carnot (*C. R.* LXXIX. 477. 1874).

Bi.........	99,00
Sb.........	0,15
As.........	0,09
S..........	0,06
Pb.........	0,41
Fe.........	0,10
	99,81

Essais pyrognostiques. Fond à 265° C. et cristallise aisément par refroidissement. Sur le charbon, peut être entièrement volatilisé en laissant un enduit jaune orangé à chaud et jaune citron à froid.

Soluble dans l'acide azotique. La solution étendue de beaucoup d'eau donne un précipité blanc de sous-azotate de bismuth.

Diagnostic ; la structure, la couleur et les irisations superficielles sont très caractéristiques du bismuth natif qui peut être aisément diagnostiqué par des essais microchimiques.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le bismuth natif souvent associé à d'autres minéraux bismuthifères est un minéral des filons argentifères et cobaltifères. Il n'en existe en France qu'un seul gisement important.

Bretagne. — *Finistère.* Le bismuth natif a été indiqué par Brongniart (*Minéral.* II. 132. 1807) dans les mines de Bretagne. C'est de la mine de Poullaouen dont il s'agit. Je n'ai pu vérifier cette observation.

Pyrénées. — [*Aragon*]. J. de Charpentier (*op. cit.* 360) signale le bismuth natif, sur l'autorité de Picot de Lapeyrouse, dans le filon cobaltifère de Saint-Jean-de-Gistain non loin de la frontière franco-aragonaise (province de Huelva). Le bismuth natif serait associé à la bismuthinite, à la smaltine (voir à *Smaltine*). Cette association du bismuth natif avec des minerais cobaltifères est analogue à celle qui est bien connue à Schneeberg en Saxe et dans d'autres gisements.

Plateau Central. — *Corrèze.* Un intéressant filon quartzeux bismuthifère a été découvert en 1867 à Meymac et a été exploité pendant quelques années. Il se trouve dans une granulite à grains fins, elle-même située au milieu d'un important massif de granite porphyroïde.

D'après les renseignements publiés par M. Carnot (*C. R.* LXXIX. 477. 1874), aux affleurements, le filon était surtout riche en wolfram, bientôt remplacé en profondeur par de la scheelite et son produit d'altération la meymacite. Le bismuth natif en très grandes lames est associé à la bismuthinite, à du mispickel bismuthifère, de la pyrite, de la limonite. A la partie supérieure du filon, le sulfure de bismuth est très altéré et transformé en bismite et en bismuthite qui ont été surtout exploités. Il existait aussi dans ce gisement, aujourd'hui abandonné,

divers produits plombifères oxydés : cérusite, pyromorphite, wulfénite, etc.

Haute-Vienne. Le bismuth natif a été trouvé en petite quantité dans les filons de quartz de Puy-les-Vignes près Saint-Léonard, qui ont été exploités pour l'extraction du wolfram ; ces deux minéraux sont associés à la scheelite, à une très petite quantité de cassitérite, etc.

Vosges. — [*Alsace*]. De petits cristaux lamellaires de bismuth natif ont été trouvés par Daubrée (*B. S. G.* VII. 352. 1850) avec cristaux d'oligiste dans une géode de calcite du gîte de fer de Framont. Ces cristaux riches en faces n'ont pas été mesurés, ils possédaient les propriétés physiques et chimiques du bismuth natif. Ce minéral n'a pas été retrouvé depuis lors à Framont.

Gisement incertain.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Brongniart (*Minéral.* II. 132. 1807) signale l'existence de bismuth natif dans la vallée d'Ossau, sans indication plus précise. Je n'ai pu recueillir aucun document sur ce gisement. Peut-être ce minéral a-t-il été trouvé dans les filons cobaltifères de la mine d'Ar anciennement exploitée, ou peut-être aussi cette observation est-elle tirée de la mention faite par de Dietrich (*Descr. gîtes des Pyrénées*. 405. 1786) d'une mine de bismuth au Turon d'Areau, quartier de Bartèques, au sud de Laruns (il existe dans ce gisement des filons de galène).

MÉTAUX

ÉTAIN

Sn

Dimorphe. Quadratique et orthorhombique (cristaux artificiels).

Faciès. L'étain natif a été trouvé très rarement en grains roulés, seuls ou associés à de l'or.

Dureté. Très malléable. Sectile.

Densité. 7,17.

Coloration et éclat. Blanc gris. Brillant dans la cassure fraîche ; se ternit à l'air.

Composition chimique. Le minéral est formé par de l'étain pur.

Essais pyrognostiques. Fusible à 233° C. Attaqué par l'acide azotique avec dégagement de vapeurs nitreuses et résidu blanc d'acide stannique.

Diagnostic. La couleur et l'éclat métallique, la malléabilité, le peu de dureté et l'action de l'acide azotique constituent les caractères distinctifs de l'étain natif.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'étain natif a été signalé dans les sables aurifères et platinifères de quelques gisements (N^lle Galles du Sud, Sibérie, Bolivie). Le gisement indiqué ici est curieux à cause de l'intéressante association de l'étain et de l'or [1].

Guyane. — M. Damour a décrit (*C. R.* LII. 688. 1861) une petite pépite d'or de l'Approuague englobant quelques grains de quartz et formés par un mélange d'or natif et d'étain métallique, blanc grisâtre, très malléable, brillant dans la cassure fraîche ; des pépites du même genre auraient été trouvées à plusieurs reprises dans ce même gisement.

PLATINE

Pt

Cubique.

Faciès. Le platine se trouve rarement en cristaux distincts ; le plus souvent on le rencontre en paillettes ou en pépites.

Clivages. Pas de clivages.

Dureté. 4 à 4,5. Malléable et ductile.

Densité. 21 à 22 chimiquement pur. 14 à 19 (platine natif).

Coloration et éclat. Gris d'acier. Éclat métallique très brillant.

1. Schreiber a montré (*J. M.* I. 1.1794) que l'étain métallique, trouvé aux Pieux (*Manche*) et donné comme natif, était un produit artificiel.

Propriétés magnétiques. Parfois magnétipolaire (variétés riches en fer).

Composition chimique. Platine allié avec un peu de fer, d'osmium, d'iridium, de rhodium, etc.

Propriétés pyrognostiques. Infusible au chalumeau. Soluble à chaud dans l'eau régale.

Diagnostic. La couleur, la densité, la résistance à tous les acides autres que l'eau régale sont caractéristiques du platine natif.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Bretagne. — *Morbihan.* M. de Limur a signalé (*Soc. phil. Morbihan*, 1878) l'existence de rares paillettes de platine accompagnant l'or natif dans les sables stannifères de la côte de Penestin.

Cévennes. — *Gard.* D'après Graeff, des paillettes de platine auraient été trouvées par Émilien Dumas avec l'or alluvial de la Cèze (voir à *Or*).

Rhin. — D'après Dœbereiner, l'or du Rhin serait accompagné de platine.

Guyane. — Le platine natif se trouve dans les sables aurifères de la Guyane. M. Damour a décrit (*C. R.* LII. 688. 1861) un très curieux échantillon provenant d'Aïcoupaï (crique-Hamelin) dans le bassin de l'Approuague. Il consiste en une pépite d'un blanc d'argent, du poids de 0 gr. 85, ayant une densité de 13,65. Elle se laisse aplatir sous le marteau, fond au chalumeau plus difficilement que l'or. L'acide azotique l'attaque aisément en dissolvant du cuivre et de l'argent ; il reste un résidu spongieux d'or métallique brun et des paillettes blanches de platine. La composition centésimale est la suivante :

Pt..........	41,96
Au..........	18,18
Ag..........	18,39
Cu..........	20,56
	99,09

La facile attaque par les acides montre que cet échantillon est constitué non par un alliage, mais par un mélange mécanique de ces quatre minéraux.

Nouvelle-Calédonie. — M. Pelatan a signalé (*Les mines de la Nouvelle-Calédonie*. Paris, 1892, p. 53) l'existence de paillettes de platine natif dans les sables aurifères du ruisseau d'Andam, au delà de Bondé (vallée du Diahot).

GROUPE DU FER

Je distinguerai dans ce groupe deux types : l'un est formé par du fer pur, ou ne renfermant que des traces de nickel ; le second, au contraire, riche en nickel, constitue les holosidères qui sont en partie considérées comme d'origine météorique.

FER

Fe

Cubique.

Les cristaux artificiels de fer sont généralement dendritiques, formés par des chapelets d'octaèdres allongés suivant un axe quaternaire.

Macles. Macles a^1 (111) avec pénétration et groupements polysynthétiques produisant des lames minces parallèles à $a^{1/2}$ (221).

Clivages. Clivage p (100) parfait et structure lamellaire suivant a^1 (111) et b^1 (110).

Dureté. 4,5. Malléable.

Coloration et éclat. Gris d'acier à noir de fer. Éclat métallique. Opaque.

Propriétés magnétiques. Très magnétique.

Composition chimique. Le fer natif est du fer pur renfermant souvent du nickel, du cobalt, une petite quantité de cuivre, de soufre, de carbone, de phosphore, de silicium, etc.

Propriétés pyrognostiques. Fusible vers 1500°. Au chalumeau, avec le borax ne donne que les réactions du fer : perle vert bouteille au feu de réduction et jaune au feu d'oxydation. Soluble aisément dans l'acide chlorhydrique en donnant une liqueur jaune.

Altérations. Le fer natif s'altère rapidement à l'air en se recouvrant d'une croûte de limonite plus ou moins caverneuse.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le fer natif a été signalé dans des basaltes, dans les assises sédimentaires de divers gisements, mais, en France, je n'ai à l'étudier que dans les conditions suivantes :

Dans un filon ferrifère.

Alpes. — *Isère.* Schreiber a découvert (*J. P.* XLI. 3. 1792) dans le filon du Grand-Galbert à Oulles une masse stalactiforme de limonite mélangée de quartz et d'argile et contenant à son centre un noyau de fer métallique. Schreiber était un minéralogiste trop habile pour que l'on ne puisse avoir confiance en son observation. Il est probable que le fer en question provient de la réduction d'une pyrite. Des faits analogues sont du reste connus à Gross-Kamsdorf et à Eibenstock en Saxe dans de la limonite. On a signalé du fer métallique dans un nodule pyriteux du Keuper de Mühlhausen en Thuringe, etc. [1].

Gisement incertain.

Plateau Central. — *Allier.* On a vu (t. I, p. 467) que le massif granulitique d'Échassières est traversé par de nombreux filons quartzeux, aux alentours desquels la granulite est très altérée et transformée en kaolin.

Ce kaolin est activement exploité; la roche très friable est démolie à la pioche, puis lavée; le kaolin plus léger est enlevé par un courant d'eau et va se déposer dans des bassins disposés à cet effet. Les résidus de lavage sont lavés à nouveau d'une façon plus complète et l'on arrive ainsi à obtenir un concentré, riche en grains d'une cassitérite noire qui est originellement disséminée dans la roche kaolinisée en particules si fines qu'il est difficile de trouver un échantillon de celle-ci dans lequel la cassitérite soit visible à l'œil nu.

L'examen d'une certaine quantité de ces sables denses qu'a bien voulu me remettre M. Morineau m'a permis de constater qu'ils contiennent non seulement de la cassitérite mais encore beaucoup de topaze, d'un

1. Au cours de la mise en pages de cette feuille, M. E. T. Allen vient de décrire du fer natif non nickelifère dans les grès et argiles carbonifères du Missouri (*Amer. J. of sc.*, IV. 99. 1897).

niobate jaune pâle en octaèdres réguliers du groupe du pyrochlore (voir tome III) et enfin une petite quantité de fer métallique.

Celui-ci, que l'on ne peut déceler que par un traitement à l'aimant, forme de petits grains irréguliers peu roulés; ils sont souvent oxydés superficiellement, mais il suffit de les marteler dans un mortier d'agate pour faire disparaître cette croûte d'oxyde et voir apparaître la couleur blanche du métal qui est nettement malléable. Ce fer ne contient pas de nickel.

Il y a lieu de se demander quelle est l'origine de ce fer métallique. Les dimensions de ses grains sont exactement celles des minéraux topaze, cassitérite et pyrochlore qui l'accompagnent; il est donc possible d'admettre qu'il a la même origine qu'eux et qu'il provient de la granulite kaolinisée. Cette opinion peut du reste s'appuyer sur un fait analogue, l'existence de petites pépites d'un alliage de fer et de nickel, l'awaruite ($Fe\ Ni^2$) dans les sables stannifères et aurifères de la George River en N^{lle} Zélande. Les échantillons d'awaruite que j'ai examinés grâce à l'obligeance du baron de Müller, montrent ce minéral en petites pépites très roulées comme les autres éléments du sable qui le renferme. Leur surface est dépourvue d'oxydation, ce qui s'explique par leur richesse en nickel.

On peut se demander toutefois si les particules de fer des Echassières ne proviennent pas de l'usure des instruments (pioches et pics) dont on se sert pour abattre le minerai, mais celui-ci est si peu cohérent qu'il semble difficile d'expliquer une quantité aussi grande de fer dans ces sables; de plus, il semble, que dans ce cas, le fer devrait avoir des formes en rapport avec cette origine et qu'il devrait se présenter avec des dimensions moins régulières que celles que je viens de signaler. Toutefois, j'ai eu trop peu de matière pour pouvoir me faire une opinion définitive sur la question de l'origine de ce fer que je considère comme incertaine jusqu'à étude plus complète.

Gisements improbables.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme. Haute-Loire.* Mossier a découvert en 1824 dans les cendres volcaniques de Gravenoire près Clermont un échantillon de fer métallique qui est cité dans la plupart des traités de Minéralogie. Ce savant avait envoyé des fragments de son minéral à Haüy dans la collection duquel je les ai retrouvés.

C'est un fer creusé de cavités; il ne me semble pas douteux que ce

ne soit un produit artificiel. Ayant constaté que ce fer ne contenait pas de nickel et qu'il était carburé, j'en ai fait polir une surface, qui montre de petites aiguilles brillantes disséminées sur un fond plus terne. Je l'ai communiqué à M. Osmond, spécialiste bien connu par ses beaux travaux sur la structure microscopique des métaux. Ce savant n'a pas hésité à reconnaître, dans mon échantillon, de l'acier de cémentation et il a bien voulu me donner les indications complémentaires suivantes :

« On obtient d'habitude, dans l'industrie, ce genre d'acier en chauffant pendant un temps suffisant des barres de fer à une température de 1000 à 1050° au contact d'un cément à base de charbon de bois ; on peut aussi l'obtenir en coulant le fer fondu au contact d'une paroi de carbone dans des conditions telles que la quantité de carbone dissout ne dépasse pas les limites voulues.

La teneur en carbone est, en général, de 1,40 à 1,60 °/₀ dans l'échantillon considéré, avec des irrégularités très notables en certaines régions, notamment au contact de grains d'oxyde.

L'échantillon a été un peu déformé au rouge, comme le prouve la rupture assez fréquente des aiguilles de *cémentite* (Fe^3C) (voir à *cohenite*) ; mais la déformation n'a pas été poussée bien loin.

Il a été trempé, mais très irrégulièrement, soit que le chauffage avant trempe ait été très inégal, soit que, celui-ci étant uniforme, on n'ait immergé qu'une partie du morceau dans l'eau. Certaines régions indiquent une trempe dans l'eau très froide à partir d'une température exagérée voisine de 1050°, alors que la trempe est *négative* dans d'autres régions, c'est-à-dire que le refroidissement dans ces dernières régions, tout en étant assez rapide, ne l'a pas été suffisamment pour donner la dureté.

Ce métal a donc subi des traitements qui me paraissent supposer l'intervention d'un homme qui n'était pas du métier. Les irrégularités de composition, combinées avec les irrégularités de traitement en font une véritable carte d'échantillons. Mais les diverses structures constatées sont toutes connues et peuvent être reproduites artificiellement dans des conditions déterminées. »

La même observation peut être faite pour le prétendu fer natif du Croustet.

Alpes. — *Isère*. Un bloc de fer métallique superficiellement oxydé a été trouvé par Élie de Beaumont au cours d'une excursion faite avec

Gueymard dans les carrières de calcaire jurassique de Grolée entre Cordon et Quirieu (*C. R.* LXXII. 187. 1871). M. Moissenet qui a examiné la composition chimique de l'échantillon n'y a trouvé ni cobalt, ni nickel (*C. R.* LXXIII. 761. 1871) et il a admis que cet échantillon de fer est un débris d'outil, peut-être cette opinion a-t-elle été basée uniquement sur l'opinion, inexacte comme on l'a vu plus haut, qu'un fer natif devait être nécessairement nickelé ?

FER NICKELÉ

$Fe^n (Ni, Co)^m$.

On a vu (tome I, page 190) que le fer nickelé est un élément presque constant des météorites et qu'il sert même de base à leur classification. Dans les unes, il constitue la totalité de la masse (*holosidères*) ; dans les autres il forme un réseau englobant des globules pierreux (*syssidères*), enfin dans d'autres cas, il est moins abondant et ne constitue que des grenailles disséminées au milieu d'une gangue pierreuse (*sporadosidères*). Je ne m'occuperai que des holosidères et des sporadosidères, les syssidères n'étant pas connues parmi les chutes françaises.

a) *Holosidères.*

Je rappellerai ici qu'un nombre infime seulement d'holosidères a une origine météorique indiscutable. La plupart des masses de fer nickelé, considérées comme météorites, ont été trouvées à la surface du sol et peuvent être d'origine terrestre ; cette origine a été récemment démontrée pour les blocs de quelques gisements considérés jadis comme cosmiques (Ovifak, probablement Cañon Diablo, Sainte-Catherine). Il est donc possible que bon nombre des holosidères connues soient nettement telluriques (voir de Lapparent. *Rev. des quest. scientif.*, 1897).

Quoi qu'il en soit, à ce point de vue, l'examen des fers nickelés, constituant les holosidères, permet de les diviser en trois grands groupes.

Le premier groupe renferme les fers *sans structure cristalline distincte* ; ceux-ci *paraissent* avoir une composition homogène.

Le second groupe (*fers cubiques*) contient les fers à structure cubique nette, avec parfois des clivages suivant les faces du cube.

Le troisième groupe enfin (*fers octaédriques*), constituant la plupart

des holosidères, a une structure octaédrique, avec souvent plans de séparation parallèles à a^1.

Tandis qu'un premier examen semble montrer que les fers sans structure cristalline distincte et les fers cubiques sont homogènes[1], les troisièmes sont à l'évidence constitués par des groupements réguliers d'alliages nickelés.

Ces divers types de fers nickelés sont généralement accompagnés de phosphures (*schreibersite*, *rhabdite*), de carbures (*cohenite*), de sulfures (*troïlite*, *daubréelite*, etc.), et de divers autres minéraux accessoires (*diamant*, *graphite*, *chromite*, etc.). Je renvoie pour leur étude et pour plus de détails aux traités spéciaux sur les météorites (Stan. Meunier, *Encyclopédie chimique*. Cohen, *Meteoritenkunde*, 1894, etc.).

Fers octaédriques. Lorsqu'on polit la surface d'un fragment de fer octaédrique et qu'ensuite on le chauffe ou qu'on l'attaque par un acide, on voit apparaître une structure complexe, attestée par des bandes d'un gris de fer, bordées par des lignes plus brillantes d'un blanc d'argent (fig. 1). Ces bandes qui, suivant les échantillons, varient depuis $0^{mm}15$ jusqu'à $2^{mm}5$ s'entrecroisent et leurs intervalles sont remplis par une troisième substance métallique. Ces figures sont désignées sous le nom de *figures de Widmanstätten*, du nom du savant qui les a découvertes. Les trois substances qui les constituent ont été appelées par Reichenbach *kamacite* ou *balkeneisen*, *tænite* ou *bandeisen*, *plessite* ou *fülleisen*.

Fig. 1.

Photographie d'une surface artificielle polie de l'holosidère de Caille, attaquée par l'acide azotique pour mettre en lumière les figures de Widmandstätten.

Lorsqu'on attaque le fer par un acide, le minéral le plus vite attaqué est la kamacite qui s'oxyde aussi le plus facilement par la chaleur; c'est elle qui forme les creux les plus profonds dans les figures de Widmanstätten; la tænite, au contraire, résiste mieux à l'action de l'acide et reste en relief en formant de fines saillies rectilignes; elle s'oxyde dif-

1. Les travaux effectués depuis quelques années sur les aciers me donnent à penser que cette homogénéité n'est qu'apparente.

ficilement. Quant à la plessite qui constitue le remplissage de la trame des deux minéraux précédents, sa résistance aux acides et son oxydabilité sont intermédiaires entre celles des deux autres éléments de météorites octaédriques.

La structure des fers octaédriques peut s'expliquer aisément; la kamacite et la tænite constituent des lamelles disposées suivant les quatre

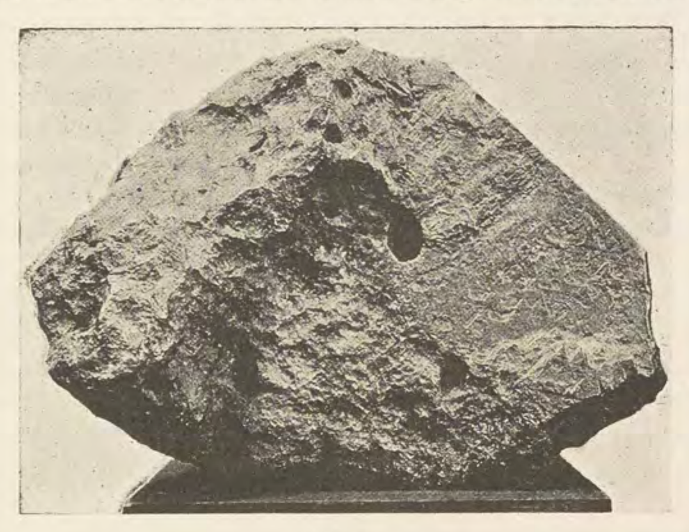


Fig. 2.
Photographie de l'holosidère de Caille (Var) montrant à droite un clivage octaédrique, avec stries triangulaires. La face plane contiguë à ce clivage est artificielle, c'est sur elle qu'a été prise la photographie représentée par la fig. 1.

paires de faces d'un octaèdre régulier, parallèlement auxquelles se produisent souvent (surtout dans les parties oxydées) des plans de séparation (fig. 2). La plessite remplit tous les vides laissés entre elles par ces lamelles.

Les figures de Widmanstätten résultent de la section de ces lamelles par le plan de la plaque étudiée. Les angles sous lesquels ces lames se coupent mutuellement dépendent naturellement de la position de la section par rapport aux faces octaédriques. Les figures 3 à 6, empruntées au Lehrbuch der Mineralogie de M. Tschermak (1894, p. 585)

Fig. 3 et 4.
Sections parallèles à a^1 (fig. 3) et à p (fig. 4) d'un fer à structure octaédrique.

indiquent l'aspect que prennent ces figures suivant que la section est parallèle aux faces de l'octaèdre, du cube, du rhomboèdre ou d'une face quelconque.

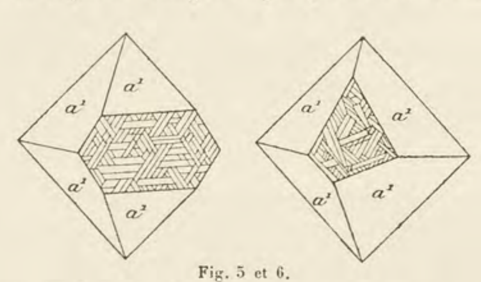
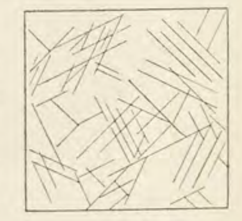


Fig. 5 et 6.
Sections parallèles à b^1 (fig 5), à une face oblique (fig. 6) d'un fer à structure octaédrique.

Les blocs de fer octaédrique actuellement connus sont constitués, soit par un seul cristal, soit par la réunion des cristaux orientés entre eux d'une façon quelconque ; ils constituent par suite, dans ce dernier cas, une véritable roche grenue.

Fers cubiques. Les fers cubiques sont constitués par de la kamacite presque pure ou par des alliages voisins, auxquels ils doivent leurs clivages cubiques. L'attaque par un acide d'une surface polie donne naissance à des lignes interrompues qui, sur une face cubique, sont parallèles aux diagonales de la face ou à des droites joignant un angle au milieu d'un des côtés (*figures de Neumann*). Les surfaces attaquées par les acides ont un moiré métallique, dû, d'une part, aux figures de Neumann et, de l'autre, à des figures de corrosion de forme cubique (fig. 7, d'après Tschermak).


Fig. 7.
Figures de Neumann. Face *p* d'un fer à structure cubique.

La composition de la *kamacite* est représentée par la formule $Fe^{14}Ni$, la teneur en (Ni + Co) est en moyenne de 6 à 7 °/₀.

L'analyse suivante a été faite par M. Stan. Meunier sur la kamacite extraite de la météorite de la Caille.

Fe...........	91,9
Ni + Co.....	7,0
	98,9
Densité.......	7,652

La composition de la *tænite* est moins bien établie. Reichenbach et M. Stan. Meunier adoptent la formule Fe^6 Ni, MM. Flight et Weinschenk Fe^5 Ni^2, Shepard Fe^4 Ni^5. La tænite de Caille a fourni à M. Stan. Meunier la composition suivante :

Fe...........	85,0
Ni...........	15,0
	100,0
Densité	7,380

Quant à la *plessite*, sa formule exacte est encore douteuse ; sa teneur en nickel et cobalt paraît être intermédiaire entre celle de la kamacite et de la tænite.

L'état des connaissances actuelles sur les minéraux des météorites et la description de types moins fréquents de fer nickelé est donné en grand détail par M. Cohen dans son livre : *Meteoritenkunde* (1894).

Alpes-Maritimes. La collection du Muséum possède un bloc de 625 kg. découvert en 1828 par Brard à la porte de l'église de Caille où il avait été apporté de la montagne Audifert située non loin de là. D'après la tradition, il aurait été trouvé sur cette montagne deux cents ans auparavant, après un violent orage.

Le bloc de fer représenté par la fig. 2 porte sur un de ses côtés un clivage montrant des lignes régulières qui se coupent sous des angles de 60°. Elles indiquent que le fer possède la structure octaédrique ; il présente dans sa masse de nombreux trous résultant de la disparition de gros nodules de troïlite. Il existe aussi des grains irréguliers de schreibersite disséminés dans le bloc. La fig. 1 représente une surface polie de ce fer, attaquée par l'acide azotique pour mettre en évidence les figures de Widmanstätten.

On a vu plus haut la composition chimique de la kamacite et de la tænite de cette holosidère.

Les analyses en bloc de ce fer, faites par de Luynes (*a*) [(*A. M.* V. 161. 1844)], par Boussingault (*b*), (*C. R.* LXXIV. 1287. 1872), par Rivot (*c* et *d*), (in Boussingault), ont donné les résultats suivants :

	a	*b*	*c*	*d*
Fe	87.63	89.53	92.3	92.7
Ni	11.37	9.76	6.2	5.6
Co	»	»	traces	traces
Cr	»	»		
Cu	traces	»	»	»
C	»	0.12	»	»
Si	»	»	»	0.9
Résidu insoluble	»	0.59	»	»
	99.00	100.00	99.5	99.2

Algérie. — *Alger*. Une autre holosidère a été recueillie, en 1865, à Dellys. Le petit fragment qui se trouve au Muséum pèse 76 grammes. D'après M. Stan. Meunier, il serait composé par un mélange de tænite et d'un alliage nickelifère qu'il appelle braunite ($Fe^{16}Ni$).

b) *Dans les météorites sporadosidères.*

Dans ces météorites, dont la structure a été étudiée tome I, p. 190, le fer nickelé forme des grenailles qui sont disséminées au milieu des silicates sans constituer au milieu d'eux une trame continue ; ces grenailles moulent les éléments silicatés. On a vu que les météorites sporadosidères ont été divisées par Daubrée en *polysidères*, *oligosidères* et *cryptosidères*, suivant que le fer est très abondant, peu abondant ou indiscernable à l'œil nu ; cette dernière catégorie (*cryptosidères*) n'est représentée dans les chutes françaises énumérées p. 192 du tome I que par la météorite d'Ornans (*Doubs*). Toutes les autres correspondent au groupe des *oligosidères*.

Ces grenailles ferrugineuses ont été peu étudiées au point de vue de leur structure intime. G. Rose a observé cependant sur des grains de météorites de Barbotan et d'Aussun des figures de corrosion produites par l'action d'un acide, sans toutefois que leur étude ait été poussée plus loin.

CUIVRE

Cu

Cubique.

Macles. Macles a^1 (111)

Formes observées. *p* (001), a^1 (111), b^1 (110).

Faciès. Le cuivre natif des gisements français se présente rarement en cristaux distincts ; le plus souvent, il constitue des masses dendriformes, ramuleuses, ou dépourvues de formes régulières Quelquefois elles sont constituées par des groupements cristallitiques de cristaux allongés suivant un axe ternaire et groupées suivant des angles de 60° et de 120°. Les cristaux ont souvent des faces creuses.

Clivages. Pas de clivages.

Dureté. 2,5 à 3. Malléable et très ductile.

Densité. 8,8 à 8,9.

Coloration et éclat. Rouge de cuivre, même dans la poussière opaque.

Propriétés électriques et calorifiques. Très bon conducteur de l'électricité et de la chaleur.

Composition chimique. Cuivre pur, contenant parfois de l'argent, du bismuth, etc.

Propriétés pyrognostiques. Fusible à 780° C. Par refroidissement, se couvre d'une couche noire d'oxyde.

Soluble dans l'acide azotique avec un vif dégagement de vapeurs nitreuses. La solution est verte, elle devient d'un bleu foncé par addition d'ammoniaque.

Altérations. Le cuivre natif est fréquemment altéré en cuprite, en malachite, quelquefois en chessylite. Ces minéraux sont alors intimement mélangés à lui.

Diagnostic. La couleur, la malléabilité et les réactions chimiques constituent de bons caractères différentiels du cuivre et des autres métaux natifs.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le cuivre natif ne constitue à lui seul en France aucun gisement exploité, mais on le trouve comme accident dans quelques mines. Il se trouve particulièrement dans les gisements de chalcopyrite, mais il existe aussi comme rareté dans quelques filons plombifères ou stannifères. Il y provient évidemment de la réduction aux affleurements de solutions cuprifères, formées par l'altération de sulfures riches en cuivre.

a) *Dans les gisements métallifères.*

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Le cuivre natif paraît avoir été une rareté dans les filons cuprifères de Baigorry (voir à *panabase*). De Dietrich l'y a notamment trouvé à la mine Saint-Michel.

Pyrénées-Orientales. Le cuivre natif a été trouvé également comme accident dans la mine de Canaveilles.

Plateau Central. — *Tarn.* J'ai décrit il y a quelques années (*B. S. M.* XVII. 37. 1894) un curieux gisement cuprifère découvert dans la mine de las Costes en Alban la Fraysse. Vers 1892, les travaux ont mis à jour, au mur du filon d'hématite exploité, une poche remplie de cuivre natif, de cuprite, de malachite et de *lunnite* avec une gangue de quartz cristallisé. Cette poche, peu importante du reste, a été rapidement vidée; elle semblait se prolonger suivant la stratification des schistes encaissants.

Le cuivre natif y était intimement mélangé à de la cuprite d'un beau rouge cochenille et à du quartz. Il est dépourvu de formes géométriques et constitue parfois des blocs de plusieurs kilogrammes. La



Fig. 1.

Cuivre natif dendritique de Chessy. A droite sont placés des groupements réticulés du même minéral provenant de Broken hill (Nouvelle Galles du Sud) dans lesquels la structure est la même, mais plus distincte (*Photographie grandeur naturelle*).

malachite et la lunnite (voir tome III) se sont formées aux dépens du cuivre natif et de la cuprite qu'elles remplacent parfois complètement.

Les associations minéralogiques de ce gisement rappellent celles de Rheinbreitenbach dans la Prusse rhénane.

Aveyron. Le cuivre natif a été rencontré en petite quantité dans les mines de la Bessière près Najac, avec chalcopyrite, galène, bournonite, blende.

Puy-de-Dôme. Fournet a signalé l'existence de petites quantités de cuivre natif dans la mine de galène de Rosier à Pontgibaud.

Charente. Du cuivre en cubes ou en masses irrégulières est signalé par M. Barret (*Géol. du Limousin*, 1892. 189) dans la galène du gisement de Boryat.

Haute-Vienne. C'est comme accident rare que ce minéral a été trouvé dans les parties hautes des filons stannifères de Vaulry avec wolfram, mispickel, cassitérite, or natif, etc.

Rhône. Le cuivre natif s'est trouvé en certaine abondance sous forme de dendrites ou de petites masses ramuleuses minces dans l'argile de la mine rouge de Chessy. La fig. 1 représente un échantillon de ce genre. A la *mine noire* du même gisement, il était généralement associé au quartz.

J'ai rencontré de petites masses mousseuses de cuivre natif dans les géodes de quartz des haldes des mines de galène de Monsols et des Ardillats près Beaujeu ; ce minéral provient de la décomposition de la panabase fréquente dans ces gisements.

Vosges. — [*Alsace*]. Le cuivre natif a été trouvé comme accident minéralogique dans la mine de Framont.

Alpes. — *Hautes-Alpes*. Des masses de cuivre natif pesant jusqu'à deux kilogrammes ont été trouvées avec érubescite dans le vallon de Saint-Véran.

Alpes-Maritimes. Diverses mines de la vallée du Var, inexploitées aujourd'hui, se trouvant dans les schistes rouges et les grès bigarrés, ont fourni autrefois de remarquables échantillons de cuivre natif. M. Manhès m'a notamment communiqué des masses ramuleuses provenant des mines de la Roua en Saint-Guillaume et de la mine de la Cerisaie en la Croix, près Puget-Théniers.

M. Nentien m'a signalé une masse de cuivre natif pesant environ 60 kg. trouvée dans l'une de ces anciennes mines.

Corse. — Le cuivre natif en masses compactes ou ramuleuses constitue un accident dans les mines de sulfure de cuivre (voir *érubescite* et *chalcopyrite*) qui, en Corse, se trouvent dans les schistes éocènes au contact des gabbros et des serpentines. Les localités les plus remarquables à cet égard sont les suivantes : Focicchia, Erbajolo et Linguizzetta.

Nouvelle-Calédonie. — Le cuivre natif est assez abondant dans les mines du nord de l'île et notamment aux mines Balade et Pilou. Il forme, à Balade notamment, des masses ramuleuses ou dendritiques constituées par des cristaux déformés dans lesquels on peut parfois distinguer les formes p (100), a^1 (111), b^1 (110). Il est toujours intimement associé à de la cuprite dont il supporte parfois de fort jolis cristaux transparents d'un beau rouge rubis. Ces minéraux sont englobés dans le quartz des micaschistes grenatifères eux-mêmes imprégnés par les produits cuivreux. Il est probable qu'une recherche approfondie per-

mettrait de trouver dans ce gisement des cristaux intéressants et notamment des macles analogues à celles du Lac Supérieur. Les échantillons que j'ai eus entre les mains ne sont pas suffisants pour affirmer cette analogie qui me paraît très vraisemblable.

Madagascar. — J'ai vu, il y a quelques années, de très beaux blocs de cuivre natif rapportés d'Ambohimarina, au sud de Diégo-Suarez. Je n'ai aucun renseignement sur les conditions de ce gisement. D'après les indications que M. Grandidier a bien voulu me fournir, ces échantillons doivent venir de plus loin que cette localité, constituée par des formations sédimentaires (crétacé supérieur).

b) *Cuivre de cémentation.*

Les eaux qui circulent dans les mines de cuivre sont souvent chargées de sulfate de cuivre résultant de la décomposition de sulfures cuprifères. On les recueille dans des bassins renfermant des rognures de fer qui réduisent le cuivre et permettent de l'isoler sous forme métallique. Ce cuivre de cémentation forme rarement des cristaux distincts ; il constitue le plus souvent des rognons ou mamelons en choux-fleur plus ou moins irréguliers.

Fig. 2.
Cuivre natif de cémentation formé le long d'une boiserie de mine.

Une réduction analogue s'effectue naturellement dans les mines elles-mêmes, l'agent réducteur étant constitué par les poutres du boisage des galeries. Le cuivre se moule alors sur elles. Des échantillons de ce genre ont été très souvent observés à Chessy lors de l'exploitation de ces mines célèbres. La figure 2 représente un bel échantillon de ce genre produit dans la mine d'Herrengrund (Hongrie) (Collection du Muséum).

c) *Dans les fonderies.*

Les fonderies de cuivre fournissent souvent des cristallisations artificielles de cuivre métallique.

A ce point de vue, la fonderie de Sain-Bel, où était autrefois traité le minerai de Chessy mérite une mention spéciale, Romé de l'Isle a décrit des échantillons en provenant ; c'étaient des rameaux flexibles, articulés, formés par le groupement d'octaèdres réguliers (*Crist.* III. 308. 1783).

PLOMB

Le plomb natif accompagné d'oxydes a été signalé par de Gensanne (*Hist. natur. du Languedoc, partie minéral. et géoponique.* III. 186 et 208. 1777) dans diverses localités de l'Ardèche. Il résulte d'une enquête faite plus tard par le fils de ce savant que les produits dont il est question sont constitués par des résidus de fonderie de plomb et non par un produit naturel (*J. M.* IX. 317. 1799).

La collection du Muséum renferme un échantillon de l'un de ces gisements (l'Argentière). Il a été donné autrefois comme plomb natif; il est constitué par des grains de plomb métallique englobés dans un laitier verdâtre, translucide.

ARGENT

Ag

Cubique.

Macles. Macles suivant a^1 (111). Fréquents groupements se coupant sous des angles de 60° parallèlement aux diagonales d'une face octaédrique.

Formes observées. p (100), a^1 (111).

Faciès des cristaux. L'argent natif des gisements français se présente rarement en cristaux distincts ; le plus souvent, il constitue des masses aciculaires, fibreuses, contournées ou mousseuses. Dans quelques gisements, on trouve des chapelets d'octaèdres (Huelgoat, Nouvelle-Calédonie), soit seuls, soit le plus souvent groupés en assemblages réticulés

ou arborescents (Sainte-Marie-aux-Mines). Fréquemment ces octaèdres sont allongés suivant un axe ternaire montrant alors une symétrie pseudorhomboédrique.

L'argent natif se présente aussi sous forme de fils pelotonnés, en enduits ou en masses pulvérulentes, disséminées dans divers minerais.

Clivages. Pas de clivages.

Dureté. 2,5 à 3. Ductile et malléable.

Densité. 10,1 à 11,1. 10,5 (argent chimiquement pur).

Coloration et éclat. Blanc d'argent se ternissant à l'air, le minéral devient alors jaune, gris, puis noir. Éclat métallique. Opaque.

Composition chimique. Argent ; souvent allié à une petite quantité d'or, de cuivre, d'antimoine, d'arsenic, de mercure, de platine, etc.

Essais pyrognostiques. Fusible à 1050° C. en un bouton blanc d'argent ; cristallise par refroidissement ; donne, au feu oxydant, un enduit rouge foncé d'oxyde d'argent. Soluble dans l'acide azotique, l'introduction d'une lame de cuivre dans la solution détermine la réduction de l'argent métallique, l'acide chlrorhydrique le précipite sous forme d'un précipité caillebotté de chlorure d'argent, insoluble dans l'acide azotique et soluble dans l'ammoniaque.

Altérations. L'argent natif est souvent recouvert d'enduits d'argyrite, de cérargyrite et de divers sulfures ou sulfosels argentifères.

Diagnostic. L'absence de clivage distingue l'argent natif de la dyscrasite et de l'amalgame. Il se ternit plus facilement à l'air que ces minéraux. Le diagnostic est complété par les propriétés chimiques et la structure.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Dans les mines françaises, l'argent natif se trouve dans deux catégories de filons, les uns sont des filons argentifères, cobaltifères et cuprifères à gangue calcaire, les autres des filons de galène à remplissage quartzeux [1].

1. On a vu en outre, page 389, que les sables de l'Approuague (*Guyane*) renferment de petites pépites contenant à la fois du platine, de l'or, de l'argent et du cuivre natif.

1° *Dans les filons argentifères, cuprifères, cobaltifères ou nickelifères.*

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Les filons de blende de la mine d'Ar, près les Eaux-Bonnes, sont coupés par de minces croiseurs à gangue calcaire, essentiellement constitués par un peu de blende, mélangée à de l'arite (voir à *arite*), de l'ullmannite, de la pyrrhotine et enfin divers minéraux argentifères. L'argent natif y a été rencontré en petites masses capillaires contournées, mais le minerai argentifère le plus fréquent semble avoir été la dyscrasite. On peut aisément isoler ces minéraux en attaquant leur gangue par de l'acide chlorhydrique faible.

Des tentatives d'exploitation ont été faites à de nombreuses reprises sur ces filons qui sont trop pauvres et situés à une altitude trop élevée pour pouvoir fournir quelque bénéfice; ils sont actuellement abandonnés.

Vosges. — [*Alsace*]. Les mines de Sainte-Marie-aux-Mines (Markirch) ont joui autrefois d'une très grande renommée et elles sont encore célèbres par le grand nombre des minéraux qui y ont été rencontrés. Il semble, d'après les anciennes descriptions, que les échantillons actuellement conservés dans les collections sont bien peu de chose, si on les compare à ceux qui furent jadis trouvés dans ce gisement.

D'après Gobet (*Anciens minéralogistes*), les mines de Sainte-Marie étaient exploitées au VIIe siècle. La première trace certaine de l'exploitation date de 963; celle-ci cessa en 1280 pour reprendre vers 1486. Les mines furent presque complètement abandonnées vers 1623; puis elles furent rouvertes par intermittence, avec des alternatives de succès et d'insuccès; elles sont actuellement inexploitées. Leur histoire a été faite par Delbos et Koecklin-Schlumberger (*Descr. géol. du Haut-Rhin*, II. 407. 1867, voir aussi Carrière, *Ann. Soc. émul. Saint-Dié*, VII. 1850). Comme il sera souvent question de ce gisement dans ce volume, je donnerai dès à présent, pour n'y plus revenir, les renseignements topographiques qui le concernent.

Les mines de Sainte-Marie-aux-Mines aboutissent à cinq vallons creusés dans le massif du Brésoir; ils sont situés au sud de la ville. Ce sont, en allant de l'ouest à l'est, le vallon de la petite Liepvre (Leverthal), le vallon de Phaunoux (Rauenthal) qui se réunit au précédent au

illage d'Echery et qui en est séparé par le Rain de l'horloge (Schülenberg), le vallon de Surlatte (Zillerthal), le Saint-Philippe (Prahegetz) qui s'ouvre à Sainte-Marie, enfin le vallon de Fertru (Furtelbach).

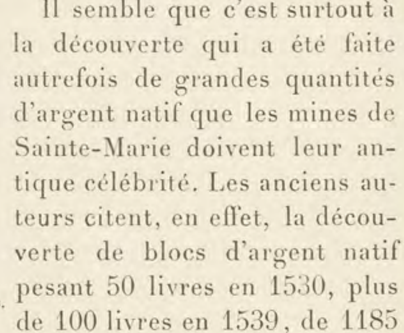
Il existe à Sainte-Marie deux catégories de filons. Les uns à gangue de calcite et de quartz sont surtout constitués par de la panabase argentifère et contiennent en outre de l'argent natif, de l'argyrite, de la pyrargyrite, de la proustite, de la chalcopyrite, de la malachite, de la smaltine, de la cobaltine, de la chloanthite, de l'arsenic natif, de la pharmacolite, de la blende (voir à ces espèces), etc. Ce sont ceux qui ont fourni la plus grande partie de l'argent extrait de Sainte-Marie-aux-Mines. Ils se trouvent plus spécialement dans le Rain de l'horloge et ils ont été attaqués par les deux versants, dans le val de Lièpvre et dans le vallon de Phaunoux.

Les autres filons sont plombifères et se trouvent surtout dans les massifs séparant les vallons de Surlatte, de Saint-Philippe et de Fertru. Ils renferment de la galène avec une gangue argiloschisteuse, souvent riche en graphite.

Les principales mines de la région portent les noms de Saint-Jacques, Chrétien, Glück-Auf, Gabe-Gottes, Saint-Guillaume, Fertru, Saint-Nicolas, Mine des Trois, Saint-Louis, Saint-Philippe, Trois Rois, Toussaint, Surlatte, etc.



Fig. 1.
Groupement réticulé d'argent natif. Sainte-Marie-aux-Mines.
(*Photographie légèrement agrandie*).



Il semble que c'est surtout à la découverte qui a été faite autrefois de grandes quantités d'argent natif que les mines de Sainte-Marie doivent leur antique célébrité. Les anciens auteurs citent, en effet, la découverte de blocs d'argent natif pesant 50 livres en 1530, plus de 100 livres en 1539, de 1185 livres en 1581, de 500 livres en 1696, Romé de l'Isle cite (*Cristallographie*, III. 433. 1783) d'après Davila un magnifique échantillon d'argent natif sur gangue pesant un marc (0 kg. 255) et constitué par des groupements d'octaèdres articulés et enchevêtrés les uns dans les autres.

Les beaux échantillons d'argent natif sont devenus fort rares depuis la fermeture des mines. Ceux que j'ai examinés se trouvent dans la collection du Muséum et lui ont été en partie donnés par M. Daubrée.

Je citerai tout d'abord un échantillon de cristaux réunis en groupements réticulés représentés par la fig. 1. Ils sont engagés dans du quartz qui les moule.

Les fig. 2 et 3 représentent deux beaux échantillons d'argent ramuleux et filiformes de la même origine ; ils sont tout à fait dépourvus de gangue.



Fig. 2 et 3.
Argent natif ramuleux et filiforme de Sainte-Marie-aux-Mines (*Photographies grandeur naturelle*).

Enfin j'ai vu d'assez nombreux échantillons d'argent natif capillaire constitués par de très petits fils entrelacés. Ces échantillons remplissent les cavités du quartz hyalin et sont associés à des tétraèdres de panabase qu'ils imprégnent fréquemment, à de la dolomie, de l'argyrite, etc.

On a trouvé aussi l'argent natif associé à de la blende, de la proustite.

L'argent natif a été surtout rencontré dans les filons du vallon de Phaunoux (Saint-Philippe, Chrétien supérieur, Glück-auf, Gabe-Gottes, Saint-Guillaume) et dans les anciens travaux de la vallée de Fertru.

Alpes. — *Isère*. La mine de la montagne des Chalanches, située à 2159 mètres d'altitude au-dessus du confluent de l'Olles et de la Romanche, est un des gisements minéralogiques français les plus remarquables. Étudiée à de nombreuses reprises par de Bournon, Dolomieu, Faujas de Saint-Fond, de Dietrich, Guettard, etc., elle a été notamment décrite par Schreiber, son premier directeur (*J. P.* XXIV. 380. 1784), par de Bournon (id. 200 et 430) et par Héricart de Thury (*J. M.* XX. 1806. 41). Découverte en 1767, concédée en 1776 au comte de Provence, elle devint propriété nationale en 1792 et fut cédée à des particuliers en 1805. Après des alternatives de fermeture et de réouverture, elle est aujourd'hui abandonnée.

D'après Gueymard (*Statist. minéral. de l'Isère*, 1844, 407), cette mine a produit, depuis l'origine jusqu'à 1801, 9453 kg. 470 d'argent. Les

minerais des Chalanches étaient traités dans les fonderies d'Allemont et c'est sous ce dernier nom que les minéraux que nous allons étudier sont souvent désignés dans les collections.

Les filons s'observent sur une surface d'environ 600 m. sur 500 m., au milieu des gneiss et des amphibolites : ils sont extrêmement nombreux et irréguliers, deux ou trois seulement atteignent 100 mètres et beaucoup n'ont que quelques mètres de longueur. Leur richesse en argent n'est pas moins variable, tels d'entre eux, renfermant par places 30 à 40 °/₀ d'argent, n'en contiennent plus du tout à quelques mètres plus loin. Il existe aussi des filons couches et des rognons de minerai irrégulièrement distribués.

Les gangues ordinaires sont constituées par de la calcite, une limonite plus ou moins argileuse, de l'épidote, de l'asbeste, parfois du quartz, du gypse. Le minerai argentifère principal est l'argent natif, mais on y trouve aussi l'argyrite, la dyscrasite, la pyrargyrite, la cérargyrite et de nombreux autres minéraux qui seront étudiés à leur place dans cet ouvrage : mercure natif, cinabre, amalgame, galène, panabase, chalcopyrite, malachite nickéline, chloanthite, pyrite, mispickel, löllingite, blende, smaltine, cobaltine, asbolane, érythrine, antimoine natif, allemontite, stibine, etc.

L'argent natif n'a jamais été trouvé cristallisé ; il est ramuleux, filiforme, capillaire, lamelleux, granuleux ou pulvérulent. Les nombreux échantillons que j'ai eu l'occasion d'étudier proviennent soit des exploitations du siècle dernier, soit de la dernière reprise. Leur gangue la plus habituelle est une asbolane noire ayant souvent un aspect terreux. Ce minéral est fréquemment mélangé de cinabre (il est alors plus noir), d'érythrine, d'annabergite, etc. L'argent natif forme au milieu de cette substance des masses ramuleuses ou filiformes ; il y est aussi finement divisé et l'on a cité des blocs de ce minerai renfermant plus de 50 °/₀ d'argent bien que ce métal n'y soit pas visible à l'œil nu. Ce mélange d'asbolane, d'érythrine, d'argent natif, avec parfois un peu de malachite, est ce que les anciens minéralogistes appelaient *mine d'argent merde d'oie*, « à cause de son peu de consistance et des couleurs variées qu'on y remarque telles que le jaune, le vert, le noir, le rougeâtre etc. » (Romé de l'Isle, *Descript. méthod. d'une collection de minéraux*, 1750. 1773. p. 32). Ce minerai est généralement fragile, à moins qu'il ne contienne une très grande quantité d'argent natif qui lui donne de la cohésion.

L'argent natif filiforme s'est rencontré aussi parfois dans la calcite, le quartz, l'épidote, la chlorite, la nickéline, la blende, la panabase, parfois la cobaltine, l'antimoine natif.

J'ai entre les mains un bel échantillon, provenant du puitsVaussenat, dans lequel de l'argent natif filiforme est intimement mélangé à de l'argyrite lamellaire dans une gangue calcaire.

2° *Dans les filons plombifères à gangue quartzeuse.*

L'argent, si abondant sous forme de galène argentifère, ne se trouve à l'état natif que dans fort peu de gisements français; il n'y constitue qu'un accident limité aux parties superficielles des filons.

Bretagne. — *Finistère*. La célèbre mine de galène de Huelgoat, dont il sera question à l'article galène, a produit autrefois un minerai argentifère très riche. Il était constitué par du quartz, mélangé à une limonite terreuse, scoriacée ou stalactiforme, toujours très poreuse, imprégnée d'argent natif, de cérargyrite, de bromyrite. Ces minéraux y étaient souvent très divisés et invisibles à l'œil nu, mais souvent aussi ils s'isolaient dans de petites géodes.

Les échantillons d'argent natif que j'ai examinés se trouvent aujourd'hui dans la collection du Muséum et m'ont été donnés par M. de Limur. L'argent natif forme de petites masses mousseuses ou des aiguilles constituées par des octaèdres empilés le long d'un axe ternaire et se groupant sous des angles de 60 et 120° environ. Ils remplissent les cavités d'une limonite à faciès ligneux ou stalactiforme. Ces échantillons d'argent n'adhèrent pas à leur gangue et sont souvent si délicats que le moindre souffle les en détache.

Les mines de Huelgoat sont depuis longtemps abandonnées et ces jolis échantillons, noircissant rapidement à l'air, ne se trouvent plus aujourd'hui que dans les vieilles collections.

Plateau central. — *Loire*. L'argent natif a été trouvé en 1865 et en 1869 dans la mine de galène de la Pacaudière, associé à la cérusite et à divers minéraux plombifères et cuprifères. M. Manhès, qui a fait cette découverte, a bien voulu me communiquer les échantillons que j'ai étudiés.

Ils consistent en morceaux de chrysocole verte, compacte, seule ou associée à de la cérusite ; l'argent natif y est englobé en larges lames,

minces et dépourvues de formes géométriques. L'argent natif n'a jamais constitué dans cette mine qu'un accident minéralogique.

Rhône. L'argent natif a été signalé dans le filon de Montchonay en les Ardillats (voir à *panabase*). Je n'ai pas vu d'échantillons de ce gisement.

Vosges. — J'ai observé de petites masses ramuleuses d'argent natif dans les cavités d'un échantillon de quartz du filon de la Croix-aux-Mines. Il y est associé à de la proustite, de la panabase et de la chloanthite.

Haute-Saône. Thirria signale l'argent natif comme minerai accessoire des anciennes mines de galène de Château-Lambert (*Stat. minér. Haute-Saône*, 1833).

Algérie. — *Constantine.* J'ai observé de petits filaments d'argent natif groupés en masses mousseuses dans les géodes d'un échantillon de löllingite provenant de la mine de Kef-oum-Théboul (voir *chalcopyrite*).

Congo français. — Parmi les échantillons de dioptase rapportés de Mindouli par M. Thollon (voir tome I, p. 260) se sont parfois rencontrés de petits cristaux d'argent natif (Jannettaz, *B. S. M.* XIV. 68. 1891). Ce sont des octaèdres réguliers empilés suivant un axe quaternaire.

Dans les échantillons que j'ai personnellement observés, l'argent natif en rameaux ou en petites masses cristallines est implanté sur la dioptase ; les deux minéraux sont recouverts par de la calcite.

Nouvelle-Calédonie. — Les parties superficielles oxydées de la mine Meretrice (rive gauche du Diahot) sont riches en limonite scoriacée, renfermant en assez grande abondance les cristaux de cérusite et d'anglésite qui seront décrits tome III. Dans quelques échantillons, riches en cérusite, j'ai observé (*B. S. M.* XVIII. 53. 1894) une sorte de mousse d'argent natif d'un beau blanc à éclat métallique. Elle est constituée par des fibrilles extrêmement fines et enchevêtrées ; celles-ci sont parfois implantées sur des cristaux de cérusite. Il y a une grande analogie d'aspect et de mode de formation entre cet argent natif et celui de Huelgoat dont il a été question plus haut.

Gisement improbable.

Normandie. — *Calvados.* L'existence d'argent natif en granules, dans les fentes des schistes ardoisiers de Curcy, a été signalée par

Hérault (*A. M.* II. 71. 1825). Berthier, qui en a fait l'analyse, a montré que ce métal avait la composition de l'argent monnayé ($Ag = 90$, $Cu = 10$). Ce gisement paraît donc apocryphe.

AMALGAME

($Ag^n Hg^m$)

Cubique.

Formes observées : *p* (100), a^1 (111), b^1 (110), a^2 (211).

Faciès. L'amalgame se présente soit en cristaux normalement développés, *p* (100), b^1 (110), a^1 (111), a^2 (211), etc., soit en grains ou en masses irrégulières.

Clivages. Traces de clivage suivant b^1 (110). Cassure conchoïdale ou inégale.

Dureté. 3,35. Fragile dans les variétés riches en mercure. Malléable (*arquérite*).

Densité. 13,75 à 14,1.

Coloration et éclat. Le minéral et sa poussière sont blanc d'argent. Éclat métallique brillant. Opaque.

Composition chimique. La composition varie de $Ag^2 Hg^3$ (*a*) à $Ag^{12} Hg$ (*arquérite*) (*b*) et $Ag^{36} Ag$ (*kongsbergite*) (*c*). *d*, analyse de l'amalgame de la mine des Chalanches, par Cordier (*J. M.* XII. 1. 1802).

	a)	*b*)	*c*)	*d*)
Ag......	26,4	86,6	95,1	27,5
Hg......	73,6	13,4	4.9	72,5
	100,0	100,0	100,0	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, décrépite, puis le mercure se sublime en gouttelettes, laissant un résidu d'argent métallique. Sur le charbon, le mercure se volatilise, laissant un globule d'argent. Quand on frotte avec une lame de cuivre un échantillon d'amalgame, l'argent se dépose à la surface du cuivre.

Soluble dans l'acide azotique.

Diagnostic. Les essais pyrognostiques constituent un bon diagnostic différentiel de l'argent natif et de la dyscrasite. L'amalgame ne se ternit pas à l'air comme ces minéraux.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'amalgame est connu dans quelques mines de cinabre et d'argent. Je n'ai à citer qu'un seul gisement français.

Je rappellerai que le gisement qui a fourni les plus beaux cristaux de ce minéral est celui de Moschellandsberg (dans le Palatinat), qui n'est pas loin de la frontière de Lorraine.

Alpes. — *Isère*. Schreiber a découvert, en 1786, dans les filons argentifères de la mine des Chalanches (*J. M.* 432. 1779), un amalgame mou (et par suite pauvre en argent) associé au mercure natif, indiqué plus loin. C'est celui qu'a analysé Cordier (analyse *d*).

Ce minéral paraît avoir constitué une grande rareté aux Chalanches et Héricart de Thury ne le cite même pas dans sa monographie de ce gisement (*J. M.* XX. 85. 1806). J'en ai trouvé un bel échantillon parmi les argents natifs des Chalanches que possède la collection du Muséum. Il est formé par de l'asbolane, veinée d'érythrine. Au milieu de ces produits terreux, s'observent des filets d'argent natif, noircis par le temps et de l'amalgame se distinguant bien de l'argent natif par sa couleur d'un blanc très vif et son éclat. Il existe quelques petits cristaux arrondis p (100), b^1 (110), a^1 (111), a^2 (211), et surtout de petites masses clivables. Le minéral est malléable et donne, dans le tube, un abondant sublimé de mercure natif.

Gisement douteux.

Bretagne. — *Morbihan*. Je citerai avec doute l'existence signalée par Durocher (*C. R.* XXXII. 902. 1851.) d'amalgame d'or et d'argent accompagnant le mercure natif dans les alluvions stannifères de la vallée des Haies entre Sérent et Malestroit.

MERCURE

Hg

Liquide à la température ordinaire. Solide et cubique avec clivages cubiques à — 40° C.

Densité : 13,596 (à — 40° 14,4).

Coloration et éclat. Blanc d'étain. Opaque

Composition chimique. Mercure pur, avec souvent des traces d'argent.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, entièrement volatil à 350° C. Facilement soluble dans l'acide azotique avec dégagement de vapeurs nitreuses.

Diagnostic. L'état liquide du mercure à la température ordinaire suffit, à lui seul, à caractériser le minéral.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le mercure natif est un minéral rare, suintant parfois dans les fentes du cinabre. Il a été signalé dans des geysers et parfois dans des argiles, des schistes de diverses formations géologiques. L'authenticité de beaucoup de gisements de cette dernière catégorie peut être mise en doute.

1° *Dans les gisements de cinabre.*

Alpes. — *Isère.* Le mercure natif a été trouvé, en 1786, dans un filon de la mine des Chalanches (voir page 409).

Les gouttelettes étaient mélangées à du cinabre, de l'argent natif, de l'amalgame, de l'asbeste, englobés par de l'asbolane. Le minerai enveloppant ces minéraux mercurifères renfermait 212 grammes d'argent par kilogramme (Schreiber, *J. M.* IX. 431. 1799).

Nouvelle-Calédonie. — Le mercure natif en gouttelettes suinte dans les fentes du cinabre de Bourail dont il sera question plus loin.

2° *Gisements douteux.*

Le mercure natif coulant a été signalé à diverses reprises par plusieurs auteurs dans des gisements français ; pour quelques-uns d'entre eux, il est fort probable que le mercure trouvé a dû y être apporté ; pour d'autres, les observations demandent confirmation. Je n'ai aucun document personnel sur cette question et suis fort sceptique sur l'authenticité de tous ces gisements qui, chose à noter, se trouvent presque tous dans des lieux habités actuellement ou anciennement.

Bretagne. — *Morbihan.* On a vu plus haut que Durocher a signalé du mercure et des amalgames d'or et d'argent dans les allu-

vions stannifères et aurifères de la vallée des Haies entre Sérent et Malestroit.

Corbières. — *Hérault.* Le mercure natif a été anciennement signalé à Montpellier (Sauvage, in *Hist. Acad. Sc. Montpellier.* 1760. 24). D'après Chaptal (*Élém. Chim.* II. 368. 1796), le minéral formait des gouttelettes dans des grès ferrugineux, ceux-ci appartiennent à l'astien et recouvrent les sables de Montpellier (plaisancien). Marcel de Serres (*B. S. G.* C. IV. 367. 1834) revint sur cette question; en 1830 et en 1834, d'abondantes gouttelettes de mercure furent trouvées dans une marne calcaire de divers quartiers de la ville, notamment près du chemin de fer de Cette et au Champ de l'Olivette près le ruisseau de Dagarelles. Ce mercure était associé à de petites veinules de calomel se présentant en cristaux distincts. M. Delage m'a fait savoir que la collection de la Faculté des sciences de Montpellier possède un échantillon de ce mercure en gouttelettes dans le poudingue plaisancien, trouvé dans les fondations du palais de justice. M. Delage le considère comme ayant bien été trouvé en place; M. de Rouville, du reste, ne doute pas de l'authenticité de ce gisement (*Descr. géol. de Montpellier.* 95. 1853).

L'existence de mercure natif abondant a été indiquée par M. Thomas (*C. R.* LXXXII. 1111. 1876) dans les détritus de la montagne du bois de Cazilhac (canton de Ganges), sur les versants de la rivière de la Vis en amont, et de l'Hérault en aval, ainsi qu'à Saint-Jean-de-Buèges (canton de Saint-Martin-de-Londres), sur les versants de la rivière de la Foux.

M. Duchartre a donné au Muséum, en 1867, un échantillon d'une marne salleuse micacée d'Aureille près Capestang, supportant à sa surface un grand nombre de gouttelettes de mercure. L'échantillon est indiqué comme ayant été trouvé lors du creusement des fondations d'une maison.

Cévennes. — *Gard.* Leymerie a rapporté une observation de M. Quatrefages (*C. R.* LXXXIV. 912. 1877) d'après laquelle une assez grande quantité de mercure natif aurait été trouvée au milieu des champs du domaine du Cros, à Valleraugue.

Plateau Central. — *Aveyron.* Le même auteur a longuement décrit (*C. R.* XVI. 1313. 1843 et LXXXII. 1418. 1876) la découverte de mercure qui aurait été faite à Saint-Paul-des-Fonts, au pied du

massif calcaire de Larzac, dans des marnes liasiques à bélemnites. Ce minéral aurait été recueilli en grande quantité à l'aide de rigoles au milieu des terres labourées et utilisé par les paysans pour le traitement des maladies de leurs moutons. Les paysans auraient constaté l'action nocive du minéral sur la végétation. Leymerie considère le mercure de ce gisement, ainsi que celui des localités qui viennent d'être énumérées, comme existant réellement en place.

Haute-Vienne. Le mercure natif a été signalé par Alluaud (*A. M.* IX. 415. et *B. S. G.* VII. 203. 1836) à Peyrat-le-Château. Une douzaine de livres de mercure auraient été trouvées dans des roches granulitiques altérées, ouvertes pour les fondations d'une maison, située elle-même sur l'emplacement d'un vieux château féodal. D'après la description d'Alluaud qui considérait le mercure comme en place, ce métal se serait trouvé à l'état d'imprégnation irrégulière sur une surface d'une centaine de mètres. Sur ma demande, un de mes élèves, M. Bouhard, s'est rendu sur les lieux ; il n'y a pas trouvé trace de mercure.

Bassin du Rhône. — *Isère.* On a signalé du mercure en grande quantité à Vienne, sur le quai longeant le torrent du Chères, dans les fondations d'une maison creusées dans un tuf calcaire poreux. Bournon considérait ce mercure comme étant d'origine accidentelle (*J. P.* XXIV. 207. 1784).

Var. Des gouttelettes de mercure natif ont été signalées par de Villeneuve-Flayosc (*Descr. min. du Var*, 509. 1856) dans les marnes jurassiques entre Ollioules et le quartier d'Alançon.

Algérie. — *Alger.* Ville a cité (*Recherches sur les roches*, etc., *d'Oran*, 384. 1852) la trouvaille faite, en 1847, du mercure natif dans une carrière de calcaire tertiaire de la ville d'Arzeu : il était disséminé dans une argile rougeâtre, remplissant les fentes de ce calcaire.

Sénégal. — A plusieurs reprises, du mercure a été rapporté du Sénégal et indiqué comme provenant de Saint-Louis ou d'autres lieux habités.

Enfin Hellot (I. 7) a cité le mercure dans une terre de Bourbonne-les-Bains (*Haute-Marne*) et à Langon, à une trentaine de kilom. de Bordeaux (*Gironde*) (*op. cit.*, 51).

OR

Au

Cubique.

Formes observées. a^1 (111). Dans les gisements français, l'or natif ne se rencontre en cristaux qu'à la Gardette; d'ordinaire, on le trouve en masses contournées, aplaties, en écailles, en petits grains roulés ou en pépites.

Clivages. Pas de clivages.

Dureté. 25 à 3. Très malléable et ductile.

Densité. 15.6 à 19.33. Électrum 12.5 à 15.5.

Coloration et éclat. Jaune d'or, rarement orangé, jaune passant au blanc d'argent (*électrum*). Éclat métallique. Opaque.

Composition chimique. Or pur, le plus souvent allié à des quantités variables d'argent; l'or natif renfermant plus de 20 °/₀ d'argent constitue l'*électrum*.

Quelques ors renferment du palladium (*porpezite*), du rhodium (*rhodite*), du bismuth (*maldonite*). Ces variétés n'existent pas dans nos gisements.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, fond facilement. Sans action sur le borax et le sel de phosphore. Soluble dans l'eau régale seulement; l'électrum laisse un résidu de chlorure d'argent.

Diagnostic. La couleur, les propriétés physiques et la résistance à tous les acides, autres que l'eau régale, ne permettent de confondre l'or avec aucun autre minéral métallique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'or natif se rencontre dans deux catégories de gisements.

1° Dans des gisements en place.

2° Dans des formations sédimentaires.

L'or du second genre de gisements provient de la démolition des roches aurifères du premier.

Les écrivains de l'antiquité (Diodore de Sicile (V. 27. 1), Strabon, Pline), sont tous d'accord sur l'existence de mines d'or en Gaule (*Gallia*

aurifera); ils semblent avoir connu les gisements des Pyrénées et des Cévennes, ainsi qu'il résulte des indications suivantes que M. Bougier a bien voulu vérifier sur le texte.

Strabon, notamment, dans trois passages différents, nous indique les principaux gisements exploités à son époque.

D'abord, dans la région centrale des Pyrénées, le pays des Tarbelliens, où il est aisé de reconnaître le nom de Tarbes, renfermait les mines où le travail était le plus actif. (Strabon, III. 2. 1. Ἔχουσι δὲ Ταρβέλλοι τόν κόλπον; παρ οἷς 'έστι τὰ χρυσεῖα σπουδαιότατα πάντων, etc. On y trouvait, dit-il, dans des tranchées peu profondes des pépites presque pures et assez grosses pour remplir la main (?).

Les Tectosages ou Toulousains possédaient un territoire riche en or. (Strabon, IV. 1. 13 : πολύχρυσόν τε νέμονται γῆν). Comme ils étaient fort superstitieux, la plus grande partie de ce métal s'entassait dans les temples ou même sous forme de lingots dans les étangs sacrés dont le pays était parsemé. Si l'on considère que la cité des Albigeois faisait partie de la confédération des Tectosages, on aura de fortes raisons pour croire que c'était dans leur pays que se trouvaient les mines d'or citées par Pline l'Ancien et qui fournissaient l'or, pauvre en argent, appelé *metallum albicratense* (Pline l'Ancien, XXCIII. 23).

En rapprochant le passage de Pline du texte de Strabon relatif aux mines d'or de la Gaule (Strabon, III. 2. 8 et *loc. citat.*) : « Les mines les plus riches de la Gaule se trouvent dans la partie des Cévennes qui regarde le nord et qui appartient aux Volces Tectosages[1] », nous sommes amené à conclure que les gisements les plus riches connus par les Romains se trouvaient aux environs de la Montagne Noire et des Cévennes.

On verra plus loin que les Gaulois ont certainement connu les gisements du Limousin et de la Bretagne. Il est probable du reste qu'ils n'ont jamais exploité que les alluvions aurifères.

1° *Dans les gisements en place.*

a) *Dans les granulites.*

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* L'or natif dans les roches éruptives est fort rare. J'ai à citer à cet égard un gisement fort intéressant, autre-

1. Si l'on examine d'un peu près le texte de Strabon, on y voit que les mines

fois trouvé par Dubuisson aux environs de Nantes, dans la carrière de Rodières, sur la route de Rennes. L'échantillon que la collection du Muséum doit à ce savant renferme de petites masses lamelleuses d'or natif, associées, dans une géode de la granulite, à des cristaux de quartz et d'apatite violette. Les granulites de cette région (Doulon) renferment de la cassitérite.

Peut-être est-ce à un genre de gisement analogue qu'il y a lieu de rapporter l'origine de l'or alluvial, qui n'est pas rare dans divers points de la Bretagne.

b) *Dans les filons quartzeux.*

C'est surtout dans des filons de quartz que se trouve l'or natif filonien. C'est là, ou dans quelques cas exceptionnels dans les schistes cristallins coupés par eux, que nous aurons à l'étudier dans les gisements français.

L'or des filons quartzeux est parfois visible à l'œil nu, formant dans le quartz des masses cristallines ou feuilletées, mais souvent aussi il existe en particules extrêmement fines, invisibles même à l'aide d'une loupe ; comme d'autre part la totalité de l'or de certains filons quartzeux n'est pas amalgamable, on a pensé qu'une partie de cet or pouvait y être à l'état d'aurosilicate.

C'est un fait presque général que les filons aurifères s'apprauvrissent en profondeur. A la surface du sol, l'or y existe à l'état natif, mais en profondeur, on rencontre des pyrites, des sulfures, sulfoantimoniures, sulfoarséniures, parfois des tellurures, beaucoup plus difficiles à traiter pour l'extraction du précieux métal.

Si l'or existe surtout à l'état natif aux affleurements, c'est parce que les sulfures et surtout la pyrite, à laquelle il est généralement associé, se sont altérés sous l'action oxydante des eaux superficielles ; il se produit alors des oxydes de fer et de l'or natif, englobé par le cadavre de la pyrite. Parfois ces oxydes disparaissent complètement, laissant l'or en feuilles, en petites masses ou en cristaux dans des cavités du quartz qui représentent la place des anciens cristaux de pyrite.

Le quartz aurifère offre des aspects variés, il se rapproche parfois du quartz hyalin, il est alors bleuâtre en profondeur, rosé aux affleurements ; dans d'autres cas, il est blanc.

du pays des Tarbelliens étaient les plus sérieusement exploitées, mais que cependant celles des Tectosages étaient les plus riches.

L'or natif est toujours plus ou moins argentifère.

L'association de l'or natif à des tellurures n'existe pas dans les gisements étudiés dans ce livre. Nous aurons à citer plus loin des gisements français dans lesquels il existe des mispickels aurifères [Bournac (*Cantal*), Pontgibaud (*Puy-de-Dôme*), Saint-Pierre Montlimart (*Maine-et-Loire*), etc.], des galènes, des panabases, des chalcopyrites contenant le même métal précieux qui n'y a cependant jamais été trouvé à l'état individualisé (voir à ces minéraux).

Je ne m'occuperai ici que des filons de quartz à or natif libre.

Plateau Central. — *Cantal*. M. E. Becquerel a signalé l'existence de paillettes extrêmement fines d'or natif dans le filon de galène de Saint-Santin-Cantalès qui serait à la fois argentifère et aurifère.

Haute-Vienne. Les filons stannifères de la chaîne de Blond sont aurifères surtout à leur partie supérieure. L'or y est extrêmement divisé (Vaulry et surtout Cieux), mais il apparaît au lavage et se retrouve dans les alluvions stannifères résultant du démolissage des filons. La présence de l'or dans les deux gisements précités a été mise en évidence par les recherches entreprises en 1856; ces mines sont aujourd'hui abandonnés.

Loire. Un mémoire de Jars le fils, inséré dans la collection des anciens minéralogistes de Gobet (II. 624. 1770), est consacré à une mine d'or située à Saint-Martin-la-Plaine. Elle aurait été abandonnée à cause de sa pauvreté, mais aurait donné à un certain moment beaucoup d'or natif. L'auteur cite notamment ce passage de l'*Histoire de France* de Pierre Mathieu (t. II. 207. 1709) : « La première production fut admirable; et, entre plusieurs belles pièces qui s'en tirèrent, j'en montrai une au roi, aux Tuileries, belle, riche et admirable, en laquelle l'or paraissait et poussait comme des bourgeons de vigne. » L'or de cette mine aurait fourni la matière d'une coupe contenue dans le trésor de l'abbaye de Saint-Denis et portant d'un côté l'inscription suivante : « *Vase faict de l'or de la mine de Saint-Martin* » et de l'autre « *Offert à Marie de Médicis* » (Rimaud, *Rev. du Lyonnais*, IX. 140. 1839). M. E. Müntz, si compétent en ces matières, a bien voulu, sur ma demande, faire des recherches dans les inventaires du trésor de l'abbaye de Saint-Denis, sans rien trouver se rapportant à ce vase dont l'authenticité paraît douteuse.

D'après Rimaud, cette mine d'or se trouverait près du hameau de Bissieux dans la vigne connue sous le nom de *la Mine*. Les derniers

travaux ont été exécutés en 1745. Grüner n'a plus retrouvé aucune trace du filon, mais seulement de nombreux blocs de quartz blanc jaunâtre, différent comme aspect du quartz blanc laiteux de la région et provenant probablement des trous de mine aujourd'hui fermés (*Desc. géol. de la Loire*, 260. 1857).

La réalité de l'existence de l'or dans ce filon est rendue probable par l'existence de paillettes d'or dans le ruisseau de Bosançon qui coule dans cette commune.

Puy-de-Dôme. Bouillet a cité l'or dans un filon de quartz au sud du cap de Prudelles.

Vosges. — *Haute-Saône*. L'existence de l'or natif a été indiquée par Thirria (*Statist. min. de la Haute-Saône*, 61. 1833) dans les filons de Château-Lambert et dans ceux dits de Loury et du Crémaillot à Plancher-les-Mines. Ce métal précieux y serait disséminé en très petites portions dans les minerais de cuivre.

Alpes. — *Isère*. La mine de la Gardette en Villard-Eymond près du Bourg d'Oisans est la seule qui, dans la France continentale, ait



Fig. 1.

Médaille frappée en 1786 avec le premier lingot d'or, obtenu à la fonderie d'Allemont, par le traitement du minerai de la Gardette.

d'une façon authentique produit une certaine quantité d'or en place. Elle a été découverte à la fin du siècle dernier et fut concédée, en 1776, au comte de Provence qui la fit exploiter par le célèbre ingénieur des mines, Schreiber. Les travaux durèrent de 1781 à 1788 et furent alors abandonnés avec un gros déficit.

La fig. 1 représente une médaille que fit frapper le comte de

Provence à l'occasion du premier lingot d'or obtenu à la fonderie d'Allemont avec l'or de la Gardette. Plus récemment, en 1831, le gisement a été à nouveau concédé et l'exploitation ne tarda pas à être abandonnée (1840) ; malgré ces insuccès répétés, de nouveaux travaux vont être, paraît-il, prochainement entrepris.

Le filon de la Gardette atteint $0^{m}9$ de puissance ; il est constitué par du quartz compact ou confusément cristallisé, renfermant par places de grandes géodes, hérissées de magnifiques cristaux de quartz hyalin qui constituent la plus grande partie des échantillons se trouvant dans les collections sous le nom de quartz du Dauphiné. Ce filon est remarquable par la fréquence des surfaces polies, ou miroirs de glissement, marquées de stries parallèles horizontales. Il présente un certain nombre de réouvertures dont le remplissage se distingue par des différences de structure et de composition minéralogique.

Les minéraux accompagnant l'or sont constitués par de la galène, de la blende, de la pyrite, de la chalcopyrite, de la panabase, de la limonite, des oxydes de manganèse, de la pyromorphite qui sont tous aurifères (Héricart de Thury, *J. M.* XX. 110. 1806). L'or natif se trouve en lames ou en grains, le plus souvent englobés dans un quartz bleuâtre ; il est particulièrement abondant dans les étranglements du filon. L'or imprègne parfois aussi de la galène à larges faces ; enfin il existe également dans le quartz, en particules invisibles à l'œil nu.

Dans les nombreux échantillons que j'ai eus entre les mains, l'or est quelquefois accompagné par de l'aikinite avec laquelle il est intimement mélangé et par un autre minéral noir à éclat gras, rappelant celui du polycrase. Il cristallise en longues aiguilles, aplaties, fortement striées longitudinalement. Le minéral est infusible au chalumeau, difficilement attaqué par l'acide azotique, décomposé par l'acide sulfurique bouillant : au chalumeau, avec le sel de phosphore, il donne au feu réducteur un verre jaune à chaud, vert à froid (urane). La solution sulfurique évaporée à sec, puis additionnée d'acide chlorhydrique prend une belle coloration bleue. Il est probable que ce minéral est voisin du polycrase ; je n'ai pu malheureusement en recueillir que des traces : il est englobé par la galène et par l'or ; c'est sans doute lui ou l'aikinite que Héricart de Thury a indiqué sous le nom de tellure en aiguilles.

Plusieurs des échantillons du minerai provenant de l'exploitation de 1840 (filon Gueymard), que j'ai examinés, renferment des masses

ramuleuses d'or imprégnant de la galène à larges clivages. Elles sont formées parfois par des cristaux irréguliers caverneux, associés souvent à la galène sous forme de pegmatite. En dissolvant la galène dans l'acide azotique, j'ai pu isoler des cristaux distincts constituant des macles cristallitiques à symétrie binaire, dont l'interprétation exacte est rendue impossible par le mauvais état des faces qui ne permet aucune mesure précise.

Gueymard a découvert, en 1852, un autre filon aurifère, situé près du château de Lamotte-les-Bains, au milieu d'un calcaire du lias supérieur. L'or natif est disséminé dans les fissures d'un petit filon de calcite ferrifère et parfois accompagné d'annabergite (*B. S. G.* XII. 1852). Je n'ai vu aucun échantillon de ce gisement.

Guyane. — On verra plus loin les indications relatives aux placers de la Guyane ; l'or se trouve aussi dans cette région au milieu de filons de quartz qui commencent à être exploités avec succès.

La côte de la Guyane est formée par une zone très basse d'alluvions au delà de laquelle s'élèvent des collines qui ne dépassent guère 300 mètres d'altitude ; elles sont elles-mêmes dominées par un plateau marécageux et par d'autres collines inexplorées. Les exploitations aurifères se trouvent dans la première zone de collines. Le sol paraît constitué par des schistes cristallins (gneiss, micaschistes, etc.), traversés par des roches éruptives anciennes (granites, granulites, diorites) ; les filons aurifères semblent être en relation avec les diorites. Comme dans toutes les régions tropicales, les roches sont décomposées à leurs affleurements et transformées en une sorte d'argile rouge, appelée *cascajo*. On trouve parfois, au milieu de celle-ci, des filons aurifères restés en relief, mais il y aurait aussi, d'après M. Viala (*Les filons d'or de la Guyane*, 1886), des veinules aurifères postérieures au cascajo.

Les quartz aurifères les plus riches sont d'un gris bleuâtre foncé, parfois blanc laiteux ou rose clair ; ils renferment rarement de petites géodes et ont parfois une structure saccharoïde. En profondeur, ces filons se chargent de pyrite. L'or y est souvent concentré en larges masses, mais le plus souvent il est extrêmement divisé et invisible à l'œil nu ; c'est ce qui arrive fréquemment dans les quartz très riches.

La collection du Muséum renferme de beaux échantillons riches en or lamelleux, qui forme une trame continue au milieu du quartz.

Les filons aurifères ont été reconnus, sinon exploités, dans la plupart des régions à placers, énumérées plus loin. Les placers Élysée, Enfin, Dieu-Merci, Saint-Élie, le Pottineur, Adieu-Vat et Montalbo près Cayenne peuvent être cités à ce point de vue.

Madagascar. — D'après des échantillons aurifères provenant des placers de Mevatanana, échantillons donnés au Muséum par M. Suberbie, il semble qu'il existe dans cette région des filons de quartz aurifères. Ils sont constitués par du quartz blanc rosé renfermant des nids d'or, visibles à l'œil nu.

Nouvelle-Calédonie. — Des filons quartzeux aurifères irréguliers et pauvres ont été trouvés dans la vallée du Diahot à la base des schistes supérieurs. L'un d'eux a même été exploité à Manghine, sur la rive gauche du Diahot. L'or y est accompagné de pyrite, de chalcopyrite, de galène, de blende, de mispickel. L'échantillon que possède la collection du Muséum est constitué par un quartz blanc laiteux offrant quelques mouches aurifères visibles à l'œil nu; l'or est d'une couleur très pâle ; il est riche en argent (*électrum*).

M. Robellaz m'a signalé aussi de petites quantités d'or (7 à 8 grammes à la tonne) dans les serpentines du nord de l'île.

c) *Dans les schistes cristallins.*

Madagascar. — On verra plus loin que Madagascar renferme un grand nombre de gisements aurifères sédimentaires. Les recherches ne sont pas suffisamment avancées pour qu'on puisse préciser d'une façon bien certaine toutes les conditions du gisement primordial de l'or; il résulte cependant des observations faites dans la province de Boina (Boeny) que l'or existe beaucoup plus souvent à l'état d'imprégnation dans les schistes cristallins (gneiss, amphibolites, etc.) que dans des filons de quartz. D'après les renseignements que m'a fournis M. Morineau, directeur de l'exploitation de M. Suberbie, des roches de ce genre, imprégnées d'or, se trouvent à Ampasiry, Ambodiroka, Mandraty, Tainanjidina, etc. M. Suberbie m'a en outre communiqué un très intéressant échantillon de gneiss à biotite absolument imprégné d'or natif qui moule les grains de quartz et qui paraît être tout à fait contemporain de la formation de la roche.

D'après les observations de M. Chauveau sur le Betsiléo, l'or est dans cette province finement disséminé dans les terres rouges

très abondantes résultant de la décomposition de roches amphiboliques. Celles-ci sont peut-être les équivalents du cascajo de la Guyane et ces gisements seraient alors à reporter au paragraphe précédent. Le métal précieux, associé à de la magnétite, est très inégalement répandu dans ces roches. C'est dans les alluvions dont il sera question plus loin, que se trouvent actuellement les exploitations de l'île.

Soudan. — D'après une communication de M. Robellaz, les schistes anciens du Soudan seraient aurifères, et exploités ainsi que des brèches ferrugineuses analogues à la *canga* du Brésil.

2° *Gisements sédimentaires.*

L'or natif que l'on rencontre dans les gisements sédimentaires provient le plus généralement du remaniement des diverses catégories de gisements en place qui viennent d'être étudiés. Il est toutefois probable que, dans quelques-uns d'entre eux, l'or a pu se déposer sous forme de pyrite aurifère, plus tard décomposée, ou que des phénomènes de dissolution postérieure aient agi pour modifier des paillettes ou pépites d'or clastique.

Je distinguerai ici deux catégories de gisements sédimentaires : les uns dans lesquels l'or se trouve au milieu de roches sédimentaires antérieures à la période tertiaire ; les autres constitués par les gisements alluvionnaires pleistocènes ou modernes (*placers*).

a) *Dans les roches sédimentaires antetertiaires.*

Cévennes. — *Ardèche et Gard.* D'après Simonin (*C. R.* LXII. 1042. 1886), l'or natif existe dans le ciment argiloschisteux du conglomérat houiller de Bordezac, au nord du département du Gard, vers ses limites avec l'Ardèche, et non dans les débris de quartzites micacés qui constituent les blocs de ce conglomérat. Il y aurait donc là quelque chose d'analogue à ce qui a été constaté dans les gisements sédimentaires du Transvaal.

Ce conglomérat serait ainsi la source de l'or roulé par la Gagnière, qui prend sa source à Bordezac et dont il sera question un peu plus loin.

Vosges. — Bottin (*Annuaire du Bas-Rhin pour l'an VIII*) signale la découverte faite par de Dietrich, au sommet du Donon, d'un galet de grès vosgien renfermant des paillettes d'or.

b) *Dans les alluvions* (*placers*).

La formation des dépôts d'alluvions sur lesquels j'aurai souvent l'occasion de revenir à l'occasion de nombreux minéraux est soumise à des lois régulières. Elle consiste en une véritable préparation mécanique dans laquelle les minéraux sont classés à la fois d'après leur densité et leur dureté.

Les éléments des roches en place sont attaqués par les agents atmosphériques, l'action des eaux superficielles leur fait perdre leur cohésion, puis les entraîne dans les ruisseaux et les rivières. Minéraux et roches, charriés par les courants, frottent les uns contre les autres et sont soumis à une usure d'autant plus énergique que leur dureté est moindre et le courant plus rapide.

Les minéraux à la fois tendres et légers, tels que les feldspaths, le quartz, disparaissent les premiers, usés ou entraînés par le courant ; les minéraux plus lourds et plus résistants à l'usure, au contraire, tels que le platine, l'or, la cassitérite, la magnétite, l'ilménite, les gemmes (corindon, grenat, zircon, diamant, topaze, etc.) se réunissent et se concentrent partout où un coude, un barrage, un trou profond de la rivière, une fissure du sol ou une cause quelconque déterminent un arrêt local de l'eau et des remous.

En raison de leur densité, ces minéraux denses s'accumulent dans les parties profondes du lit des rivières et sont souvent arrêtés par les anfractuosités de celui-ci (lit du Gardon, placers de la Guyane, etc.).

Tous ces minéraux d'alluvions sont d'autant plus roulés qu'ils sont recueillis plus loin de leur gisement originel ; l'or natif notamment se trouve fréquemment en paillettes arrondies, aplaties et parfois extrêmement minces (Ariège, Rhône, Rhin) lorsqu'elles ont suivi un long trajet dans le fleuve, alors que dans d'autres cas [(*Madagascar*, *Guyane*)] les grains ou pépites recueillis ont conservé des formes anguleuses, des arêtes vives, attestant que leur gisement primitif n'est pas éloigné des alluvions qui les fournissent.

Les gisements qui seront énumérés plus loin sont pour la plupart des gisements d'alluvions de rivière, provenant eux-mêmes de la destruction d'alluvions plus anciennes.

Les gisements d'alluvions sont plus abondants que les gisements en place : ce sont eux qui ont été surtout et peut-être exclusivement

recherchés par les anciens. Leur exploitation *active* a été abandonnée en France comme dans presque toute l'Europe occidentale lors de la découverte du Nouveau-Monde, mais de nos jours il existe encore çà et là quelques orpailleurs qui gagnent chichement leur vie.

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine*. L'existence de sables aurifères à Saint-Perreux près Redon a été constatée en 1863 (*B. S. G.* XIX. 613).

Morbihan et Loire-Inférieure. Les dépôts superficiels de la zone littorale séparant les embouchures de la Vilaine et de la Loire contiennent de la cassitérite assez abondante par places pour avoir été autrefois exploitée ; il en est de même à la surface et sur les pourtours du massif granitique séparant les vallées de l'Oust et de la Claye, au sud de Josselin. La cassitérite de ces alluvions est en grains arrondis pouvant atteindre la grosseur d'une noix ; elle est accompagnée de corindon, de zircon, d'ilménite, et enfin de paillettes d'or natif. Ce métal précieux a été notamment trouvé à Piriac (*Loire-Inférieure*), à Penestin (*Morbihan*) et dans les vallées situées au sud de Josselin.

Cet or provient du démantellement de filons quartzeux stannifères ou de granulite. On a vu plus haut, en effet, que les granulites des environs de Nantes renferment en place à la fois de la cassitérite et de l'or natif.

D'après Durocher (*C. R.* XXXII. 902. 1851), un mètre cube de sable stannifère de Penestin renferme de 10 à 15 kgr. de cassitérite et au moins 0 gr. 50 d'or natif, ce qui est une teneur un peu supérieure à celle des graviers aurifères du Rhin. M. de Limur y a même signalé des paillettes de platine. J'ai eu l'occasion de voir dans la collection de M. de Limur des paillettes d'or provenant de Penestin ; la collection du Muséum possède un échantillon de sable stannifère avec paillettes d'or provenant de Guehenno, situé dans la seconde des régions citées plus haut.

Il est peu douteux que les alluvions aurifères du Morbihan n'aient fourni aux Gaulois la matière des nombreux objets d'or trouvés dans les dolmens.

Pyrénées. — *Ariège*. L'Ariège est connue depuis longtemps pour l'or qu'elle charrie. Réaumur (*op. cit.*), Guettard (*Mém. Acad. Sc.*, 299. 1761), puis de Dietrich (*Descript. des gîtes de minerai des Pyrénées*, I. 1. 1786), ont décrit en détail les modes de gise-

ment et d'exploitation de ses alluvions aurifères. Les renseignements qui suivent sont extraits du livre de ce dernier auteur.

L'Ariège et ses affluents sont aurifères à partir de Crampagna, au nord de Foix jusqu'à Saverdun; dans cet intervalle tous les affluents de l'Ariège sont également aurifères (ruisseau de Rieux, de Peyreblanque, de Baron, de la Caramille, de la Goute, etc.). Les paillettes les plus grosses se trouvent entre Varilles et Pamiers (plaine de Bénagues, ruisseau de Ferriès, de la Grosse Milly, de Trébout) ; d'après Réaumur, leur diamètre maximum était de $4^{mm}5$, suivant Pailhès (in Guettard, p. 199), on aurait trouvé des pépites pesant près de 15 gr. L'or natif se rencontre exclusivement dans les alluvions anciennes et disparaît avec elles, à la limite des montagnes calcaires qui bordent la vallée de l'Ariège.

Les paillettes d'or de l'Ariège sont généralement isolées complètement de toute gangue, rarement accolées à de petits fragments quartzeux. Les parties lourdes résultant du lavage des alluvions sont riches en petits grains ou galets ferrugineux. J'ai examiné un échantillon de ce sable provenant de la collection Gillet de Laumont au Muséum ; il est essentiellement formé de magnétite et d'oligiste avec du grenat rose, du zircon, du rutile, du corindon, de l'épidote, un peu de muscovite, de quartz, de feldspath.

L'exploitation de l'or de l'Ariège était très active dans la première moitié du siècle dernier. Pailhès raconte que de 1750 à 1761 on a apporté au bureau de Pamiers 19 kilogrammes 580 (80 marcs) d'or, sans compter la contrebande; celle-ci devait être très active à cause du bas prix (72 livres l'once) auquel l'or était payé aux orpailleurs, obligés de le livrer à des bureaux officiels qu'avait établis la cour des monnaies de Toulouse. Le même auteur assure qu'antérieurement à 1750 la monnaie de Toulouse avait reçu jusqu'à 48 kilogrammes 951 (200 marcs) d'or par an des orpailleurs de l'Ariège, du Salat et de la Garonne.

L'Ariège n'est pas la seule rivière fournissant de l'or dans l'ancien comté de Foix; de Dietrich cite encore les suivantes dont il a fait laver les sables et dont il a retiré de l'or : le ruisseau de Pailhès sur la route de Pamiers au Mas d'Azil, le ruisseau de la Béouze près la Bastide de Sérou et non loin de là, ceux de Taliol et de Pitrou (à l'est de la Bastide), le ruisseau de l'Arize à Durban et celui d'Ordas près de Durban, le ruisseau de Saint-Martin.

Le Salat est également aurifère ; du temps de Dietrich, il était orpaillé près de Soueix et de Saint-Sernin, ainsi que son affluent, le Nert, à partir de Riverenert; mais c'est surtout en aval de Saint-Girons, de Bonrepaux à Roquefort que le Salat était exploité.

M. Gourdon possède dans sa collection un peu d'or recueilli dans le Salat près de la turbine d'une usine. Les paillettes très minces ont jusqu'à 3 millimètres de diamètre.

Haute-Garonne. La Garonne est, elle aussi, aurifère ; M. Frossard a pu faire orpailler à Martres-Tolosanes et obtenir ainsi quelques paillettes du précieux métal (*Bull. Soc. Ramond*. 1894).

Pyrénées-Orientales. L'or a été signalé dans les sables de la Tet et du Tech.

Cévennes. — *Gard et Ardèche*. La Gagnière qui prend sa source près de Bordezac (voir page 426) et la Cèze, à partir seulement de son confluent avec cette rivière, roulent de l'or qui a été autrefois assez activement exploité, notamment à Saint-Ambroix près le vieux château de Montalet, non loin de Bessèges et de Lalle et enfin près de Bordezac. L'or y est souvent arrêté par les anfractuosités des grès ou les feuillets des schistes relevés verticalement dans le lit de ces rivières. Les paillettes de la Cèze sont parfois de grande taille et atteignent le diamètre d'une lentille. L'or natif est associé à du zircon, de la magnétite, de l'ilménite. C'est probablement à cette particularité qu'Agricola a fait allusion, en disant : « *Aurum in Cevennis invenitur in lapillis nigris*. »

Les alluvions du Gardon d'Alais et du Gardon d'Anduze sont aurifères et ont été autrefois activement orpaillés. Ém. Dumas y a signalé en outre du platine. L'Érieux est aurifère près de Beauchastel (*Ardèche*).

Enfin, il y a lieu de signaler une remarquable pépite de 537 grammes qui aurait été trouvée en 1889 près du hameau des Avols. Cet échantillon aujourd'hui dans la collection de M. de la Bouglise a la forme d'une pomme de terre écrasée ; il mesure 94^{mm} de long sur 50^{mm} de plus grande largeur et 8^{mm} d'épaisseur. Sa densité est de 16. L'analyse faite par M. Riche a fourni 98 d'or, 1,8 d'argent et des traces de fer. D'après une enquête faite par les soins de M. Boussinesq (Stan. Meunier, *La Nature*, 6 juillet 1889), trois pépites plus petites auraient été trouvées antérieurement dans cette région. La pépite présente des rayures qui paraissent faites de main d'homme. L'authenticité de cet échantil-

lon comme pépite naturelle n'est peut-être pas à l'abri de critique.

Plateau Central. — *Tarn.* Ausone (*Mosella* v. 465) : *Et auriferum postponet Gallia Tarnem*, et Sidoine Apollinaire parlent des lavages aurifères du Tarn. Massol (*Descr. du Tarn.* 215. 1818) rapporte qu'il a vu des orpailleurs vendre le produit de leur travail chez les orfèvres d'Albi.

Loire. De la Tourette (*Voyage au mont Pilat.* Lyon. 1770) indique l'existence de l'or dans les sables du Gier à son embouchure avec le Rhône. Drian (*op. cit.*, 292) cite d'anciens mémoires indiquant la présence du métal précieux dans les sables de la petite rivière de Chenavalet près Saint-Étienne et dans le Garon, enfin, il a été signalé dans le Bosançon passant à Saint-Martin-la-Plaine (Grüner. *Descrip. géol. de la Loire.* 262. 1857).

Cantal. D'après une indication due à M. Rames, la Jordanne, près d'Aurillac, aurait été orpaillée au siècle dernier.

Puy-de-Dôme. De petites paillettes d'or ont été signalées dans les sables de l'Allier à son passage dans le département du Puy-de-Dôme.

Creuse et Haute-Vienne. Toutes les rivières qui descendent de la chaîne granulitique de Blond renferment dans leur lit des alluvions stanno-aurifères dont l'épaisseur atteint localement 2 mètres; elles reposent directement sur les roches granitiques et peuvent être exploitées sur environ 1 mètre, à partir du fond ; la partie superficielle essentiellement constituée par une argile verdâtre est stérile. Ces alluvions aurifères contiennent des fragments des éléments des granulites, des grains de quartz, de la cassitérite, du wolfram et enfin des paillettes d'or en notable proportion ; la collection du Muséum renferme des échantillons d'or provenant de la vallée du Grand étang de Cieux et de la Glageole à Vaulry. L'or de ces alluvions ainsi que la cassitérite doit son origine à la démolition des filons signalés plus haut.

Mallard a appelé l'attention (*A. M.* X. 321. 1866) sur des fouilles de la période antéhistorique qui abondent dans le Limousin et la Marche (*Creuse*) ; dans le Limousin, elles ont pris le nom d'Aurières, celles situées entre Millemilange et Couzeix sont alignées parallèlement à la petite rivière d'Aurance. Or, il n'est pas douteux que le nom de celle-ci vienne de l'or dont elle roule des paillettes qui étaient encore exploitées à la fin du siècle dernier.

Les principales fouilles dont il s'agit et dans lesquelles il y aurait

peut-être lieu de faire des lavages d'or sont les suivantes, en outre des gisements qui viennent d'être cités et qui sont certainement aurifères aussi : dans la *Creuse*, Bénévent, Monrioux, Ceyroux, la Ribière près Morsac, la Faye près Chamborand; dans la *Haute-Vienne*, Lieuras entre Janailhac et la Roche l'Abeille, entre le Chalard et Lavignac, Montier, Rozeille entre Aubusson et Felletin, etc.

Vosges. [*Alsace*]. Des chartes de 667 font mention de la donation du droit de lavage de l'or du Rhin, concédée à un monastère par Ethicon, duc d'Alsace. L'exploitation de l'or, active au moyen âge, a été en déclinant et n'était plus guère active en 1846, lorsque Daubrée a publié son mémoire sur la distribution de l'or dans la plaine du Rhin (*A. M.* X. 1. 1846).

Le Rhin est particulièrement riche en or depuis Bâle et Mannheim et surtout depuis Rhinau et Wittenweier, c'est-à-dire à 100 km. environ au nord de Bâle. Les orpailleurs opéraient notamment sur les deux rives du fleuve depuis 9 km. en amont de Kehl, vis-à-vis Strasbourg, jusqu'à Daxland près Carlsruhe. D'après Daubrée, tout le lit du Rhin est aurifère, mais le métal précieux se concentre dans certains lits (Goldgründe), formés à quelque distance à l'aval d'une rive ou d'une île de gravier rongée par le courant ; l'or se concentre avec de gros cailloux ; il est accompagné d'ilménite (d'autant plus abondante que l'or est lui-même en plus grande quantité) ; le zircon, le grenat, le quartz rose, et d'autres minéraux lourds leur sont également associés. L'or ne se rencontre jamais dans le sable fin, privé de cailloux, laissé par le fleuve au moment de ses crues, pas plus que dans les endroits où le courant est violent.

La zone aurifère s'étend avec les alluvions anciennes à 10 ou 12 km. du lit actuel du fleuve. D'après l'auteur précité, le rapport du poids de l'or au poids du sable varie de 0,000000562 à 0,000000008 avec une moyenne de 0,000000132 correspondant à 0gr. 234 par mètre cube pesant environ 1.800 kg. (10 à 12 paillettes d'or au mètre cube). Daubrée considère l'or du Rhin comme provenant de la destruction des quartzites alpins, charriés par le fleuve.

Le même savant a signalé (*Minéral. du Bas-Rhin*, 408. 1872) la découverte faite en 1849 à Strasbourg, dans l'Ill, d'un galet de quartzite traversé par une veinule d'or natif.

[*Lorraine*]. La Moselle à Metz est aussi aurifère (*B. S. G.* VIII. 347. 1851).

Jura. — De vieilles chartes indiquent que le Doubs et surtout son affluent l'Ognon ont été exploités par des orpailleurs dès une époque très reculée. Cette rivière est au nombre de celles citées par Réaumur comme aurifères. D'après Ogérien (*Hist. nat. du Jura*. I. 319), les orpailleurs ont surtout travaillé à Neublans, au Petit-Noir et à Longwy.

Alpes. — *Haute-Savoie*. Le Rhône a été orpaillé autrefois à partir de son confluent avec l'Arve et jusqu'à cinq lieues en aval. L'Arve, le Fier et son affluent le Cheran (à partir du détroit de Banges) fournissent aussi quelques paillettes d'or.

Savoie. La collection minéralogique de la Sorbonne possède un petit échantillon de paillettes d'or recueillies dans le torrent de Cassy qui se jette dans le lac du Bourget.

Bassin du Rhône. — *Rhône*. Il faut redescendre dans le Lyonnais pour trouver d'anciennes recherches d'or dans le Rhône. Réaumur les a longuement décrites; le Père Colonia (*Hist. littér. de Lyon*. 39) indique que les orpailleurs étaient nombreux au commencement du XVIIIe siècle ; mon grand-père m'a dit en avoir vu encore vers 1817. L'orpaillage se faisait surtout à Sainte-Colombe, Saint-Pierre-de-Bœuf, Givors, Miribel, Condrieu, etc.

Drôme. L'Isère, au-dessous de La Roche-de-Glun et le Rhône près de ce bourg roulent des paillettes d'or aplaties, signalées par Graeff (*op. cit.*, 202).

Ardèche. Les deux rives du Rhône près La Voulte renferment des lamelles d'or natif assez larges, associées à de l'ilménite et à de nombreuses gemmes.

Tunisie. — L'or natif existerait, d'après Fuchs (Fuchs et de Launay, *op. cit.*, II. 986), dans les sables riches en magnétite de Sidi-Boussaïb près Carthage ; ces sables proviennent de la désagrégation de conglomérats tertiaires.

Sénégal et Soudan français. — L'or natif est recueilli par les indigènes dans toute la vaste région située entre le Sénégal et le Niger et notamment dans le Bambouk (Kenieba, Natakoo, etc.), chez les Bambaras et plus au sud, chez les Mandingues, au nord du pays des Achantis et du Dahomey. Cet or provient de la

destruction de filons quartzeux; il se présente généralement en petites paillettes.

Côte d'Ivoire. — Cette colonie fournit une certaine quantité d'or d'alluvions qui est vendu à Grand-Bassam et Assinie ; cette région aurifère est la continuation vers l'Ouest de celle des Achantis (Côte-d'Or) et vers le Sud-ouest de celle des Mandingues.

Guyane. — Depuis le xvi[e] siècle, l'or est connu dans la Guyane ; les premières exploitations régulières datent de 1856. En 1886, l'extraction de l'or a fourni 1800 kilogr. de métal précieux et, en 1890, 1342 kilogr. On a vu, page 424, l'indication des conditions de gisement des filons dont la destruction a donné naissance aux dépôts riches des alluvions ; celles-ci se trouvent dans les bassins de la plupart des fleuves, le Maroni, la Mana, le Sinnamary, le Kourou, la Comté, l'Approuague, le Couronaïe, etc.

Ces alluvions ont rarement plus d'un mètre d'épaisseur ; on y rencontre souvent de très gros blocs de quartz aurifère; les formes anguleuses de l'or en pépites ou en paillettes prouve que le métal précieux n'a pas été charrié de loin et qu'il se trouve à peu de distance de son gisement originel. Comme dans les placers de Californie, les ruisseaux forment de nombreux coudes (criques), où l'or s'est fréquemment concentré au contact de la roche solide.

La surface occupée par ces alluvions aurifères est très grande et se poursuit dans la Guyane hollandaise et aussi dans le territoire contesté. Elle se trouve dans une région fiévreuse et à une assez grande distance de la mer, dans la zone de collines peu élevées (100 à 300 ^{m}) située entre la plaine basse de la côte et un plateau marécageux d'altitude supérieure.

La composition de l'or varie avec les gisements; celui de la Mana est à 978 millièmes; celui de la Comté et de la Sinnamary n'est qu'au 890; le déchet est surtout formé par de l'argent (Fuchs et de Launay. *Traité des gîtes métallifères*. II. 987).

Les principaux placers sont les suivants : entre la Mana et le Maroni à 200 km. de la côte, Pas-trop-tôt, Enfin, Élysée sur la rive gauche et à 40 km. de la Sinnamary (à 100 km. de la côte), Saint-Élie, le Pottineur, Adieu-Vat, sur la Comté, Placer Bief, etc.

L'examen des sables aurifères y montre une grande abondance d'ilménite, de magnétite, de grenat, de zircon, et parfois de staurotide

(sables d'Aïcoupaïe sur l'Approuague), de tourmaline, de zircon, de chromite, etc.

Le placer Saint-Élie a fourni de grosses pépites d'or dépassant 300 gr. On a vu, à la page 390, la description d'une curieuse pépite provenant d'Aïcoupaïe (crique Hamelin) dans le bassin d'Approuague, qui est formée par un mélange mécanique de platine, d'or, d'argent et de cuivre natif; l'or y forme avec le cuivre et l'argent une trame spongieuse englobant le platine.

D'après M. Damour, les pépites de l'Approuague présentent souvent des empreintes en creux de cristaux de pyrite; elles renferment généralement de 94 à 96 % d'or, plus rarement elles n'en contiennent que 88 à 90 %, le reste étant formé par de l'argent et des traces de cuivre. Leur couleur est alors d'un jaune pâle.

Nouvelle-Calédonie. — Il existe des alluvions aurifères dans le lit de la plupart des ruisseaux affluents du Diahot et des rivières ou torrents de la côte orientale. L'or provient du démantèlement des filons quartzeux, cités plus haut; il est toujours peu abondant et n'a pas été exploité. Dans le ruisseau d'Andam au delà de Bondé (vallée du Diahot), M. Pelatan a trouvé quelques paillettes de platine accompagnant l'or et des grains de cinabre dans les sables de la rivière de Nakéty.

Annam. — Il paraît exister, dans le haut Laos, un assez grand nombre de gisements aurifères, plus ou moins riches, exploités localement par les indigènes.

On peut citer notamment les alluvions du Song-Ca (fleuve passant par Vinh) et de son affluent de gauche, le Song-Mô, ainsi que celles de plusieurs affluents de gauche du Mékong, le Nam-Ngoum, le Nam-Nhiep, le Nam-Sam.

Le cours de ces deux dernières rivières arrose une partie du Tran-Ninh et a été récemment prospecté par M. Mallet qui a trouvé de l'or fin notamment aux environs de Hat-Liet (sur le Nam-Sam) et de Muong-Nhiam (sur le Nam-Nhiam, affluent de gauche du Nam-Sam), ainsi qu'en divers points des environs de Xieng-Khouang.

Cette région est essentiellement constituée par des roches éruptives (granite, diorite, des schistes cristallins et probablement des schistes anciens); l'or se trouve dans des alluvions et paraît avoir été arraché à des filons quartzeux.

Je n'ai vu qu'un seul échantillon d'or de cette région rapporté par le Dr Yersin. Il constitue de petites paillettes très roulées, recueillies à Bong-Mieu (Quang-Nahm), au sud de Hué. Elles sont acccompagnées de grains de grenat, de zircon, de magnétite, de quartz.

Tonkin. — L'or natif se rencontre dans diverses rivières du Tonkin. M. Cumenge m'a remis notamment un échantillon provenant du Fleuve rouge (Yen Bay).

Madagascar. — Les lois draconiennes des Malgaches concernant les mines avaient paralysé jusqu'à présent les recherches de gisements aurifères; elles sont poussées activement depuis la conquête française, mais ne sont pas encore suffisamment avancées pour qu'il soit possible de présager d'une façon certaine de l'avenir de la nouvelle colonie à ce point de vue. On peut affirmer toutefois que l'or y est extrêmement répandu dans tout le massif central. Celui-ci, de forme ovoïde, comprenant l'Imérina et le Betsiléo, est essentiellement constitué par des roches anciennes localement recouvertes par des roches volcaniques; tous les fleuves qui en descendent, au nord, à l'ouest et au sud, sont aurifères.

Les régions qui paraissent particulièrement riches à ce point de vue sont les environs de Mandritsara, la province de Boina (Boeny) (sur la côte nord-ouest), la région du lac Alaotra, celle du lac Itasy dans l'Imérina, le Betsiléo, le pays des Bares.

Des renseignements plus précis m'ont été fournis sur la province de Boina (Boeny) par M. Suberbie qui m'a communiqué de nombreux échantillons provenant des placers des environs de Suberbieville et de Mevatanana. Les recherches de M. Suberbie ont porté sur le cours de la Menavava, sur la partie supérieure de l'Ikopa, de la Betsiboka et de tous leurs affluents. Ce sont surtout les alluvions qui sont exploitées actuellement. L'or s'y trouve non seulement en paillettes de grosseur variable, anguleuses ou très roulées, mais encore en grosses pépites.

M. Suberbie m'a communiqué des pépites pesant plus de 100 gr. provenant des environs de Mevatanana; elles sont irrégulières, branchues, souvent à peine roulées, ce qui indique qu'elles ont été recueillies non loin de leur gisement primordial.

L'or natif de la province de Boina se rencontre fréquemment englobé dans des blocs de quartz dans les alluvions; il est associé à de nom-

breuses gemmes : tourmalines de toutes couleurs, corindon bleu (saphir), béryl aigue-marine, zircon, grenat, etc. Il est à haut titre et d'un jaune foncé.

Le Betsiléo a été exploré par M. Chauveau (*Génie civil*, mai 1895) qui y a constaté l'existence d'exploitations plus ou moins rudimentaires distribuées dans toute la province, mais dont les centres sont à Ambositra (à 120 km. au nord de Fianarantsoa) et surtout à Ambohimandroso, à 60 km. au sud. Cette dernière région aurifère, la plus importante, s'étend de Vinanitelo aux monts Andringitra formant une large bande à l'ouest de la grande forêt et passant par Amboasary, l'Ambondrombe, Itaolana, Valokianja. On peut citer aussi de nombreux points du district d'Itola (Analasampa, Andrianavo, Amboditanana, enfin Vohibé, Valokianja, Lomaka).

C'est dans les alluvions remplissant les vallées et formées aux dépens de ces terres rouges dont il a été question page 425 que l'or s'est concentré et c'est là qu'on l'exploite ; il est toujours très fin, les plus grosses pépites ne dépassent pas la tête d'une épingle. On y rencontre aussi des fragments de roches renfermant de l'or.

Gisements incertains.

Il est peu de régions montagneuses dans lesquelles des traditions plus ou moins vagues n'indiquent l'existence de mines d'or. Il m'a paru inutile de relever et d'énumérer le grand nombre des indications de ce genre que j'ai pu recueillir, mais qui ne m'ont paru reposer sur aucune donnée précise.

Je rappellerai seulement que MM. Duval et Meillet ont signalé des enduits d'or natif à la surface de grains de limonite mélangés de pyrite et englobés dans une argile plastique éocène du mont Sarrans, près de Crémant, au sud d'Épernay (*B. S. G.* XIV. 102. 1842).

Enfin, je citerai la trouvaille faite en 1809 à Tronquay près Saint-Quentin (*Aisne*), d'une pépite d'or pesant 9 kilogrammes, et à Reterre (*Creuse*), d'une autre pesant 871 grammes, 25 (Legris. *C. R.* XXIV. 925 1842). Ce sont là, sans doute, des lingots du métal précieux et non des échantillons naturels : ne serait-ce pas aussi le cas de la pépite des Avols ? (voir page 430).

CARBURES, SULFURES, PHOSPHURES, ARSÉNIURES, ANTIMONIURES

SULFURES DES MÉTALLOÏDES

RÉALGAR

As S

Monoclinique : $mm = 74° 26'$ (Marignac, Dx)
$b : h = 1000 : 554{,}860$[1]. $D = 570{,}316$ $d = 821{,}426$
angle plan de $p = 69° 32' 36''$
angle plan de $m = 109° 27' 7''$
$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 1{,}4403 : 1 : 0{,}9729 \\ xy = 66° 5' \end{array} \right]$[1]

Formes observées : p (001) ; m (110), g^1 (010), h^3 (210) ; e^2 (012) ; $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$).

Les angles suivants ont été mesurés sur de petits cristaux de la Guadeloupe et de Moitra.

	Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés	Angles mesurés
* mm	74° 26′	74° 20′	* $h^1 a^{1/2}$	135° 58′		$m b^{1/2}$	131° 57′	131° 49′
$m h^3$	160° 34′	160° 35′	$p e^2$	156° 1′ 30″		$p h^3$	109° 48′	
$h^3 h^3$	113° 17′	113° 10′	$e^2 e^2$	132° 3′		$g^1 b^{1/2}$	133° 1′	
$m g^1$	142° 47′	142° 40′	$p m$	104° 12′	104° 8′	$b^{1/2} b^{1/2}$	93° 58′	
* $p h^1$	113° 55′		$p b^{1/2}$	56° 9′		$m e^2$	123° 12′	123°

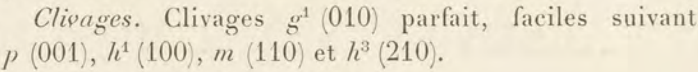
Faciès. Les cristaux de réalgar sont généralement peu allongés suivant leur axe vertical (fig. 2 et 3) ; cependant dans le gisement corse

1. Ces paramètres sont ceux qui ont été calculés par M. des Cloizeaux (*A. P.*

décrit plus loin, cet allongement est plus considérable : les faces prismatiques sont striées verticalement. Le réalgar forme très souvent des masses grenues ou compactes ou dans certains de ces gisements des enduits vernissés à surface fondue.

Fig. 1. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

Clivages. Clivages g^1 (010) parfait, faciles suivant



p (001), h^1 (100), m (110) et h^3 (210).

Dureté. 1, 5 à 2. Sectile.

Densité. 3, 56.

Coloration et éclat. Rouge orangé, jaune orangé. Poussière de même couleur, mais plus claire. Éclat résineux. Transparent à translucide.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *négative*, n_p, faisant, avec l'axe vertical, un angle de 11° dans l'angle obtus de p h^1 (001) (100). Forte dispersion inclinée, avec $\rho > v$.

2 Hr = 96° 20′ (Dx).
2 H j = 92° 58′.

Biréfringence élevée.

Pléocroïsme. Le réalgar possède un pléochroïsme très net même en lames minces. On observe suivant :

n_g = rouge vermillon
n_m = rouge vermillon
n_p = rouge orangé

Composition chimique. La formule AsS correspond à la composition suivante :

S......	29,9
As.....	70,1
	100,0

Propriétés pyrognostiques. Dans le tube fermé, le réalgar fond, se volatilise en donnant un sublimé rouge transparent. Dans le tube ouvert, il donne des vapeurs sulfureuses ainsi qu'un sublimé d'acide arsénieux. Sur le charbon, il brûle avec une flamme bleue, en dégageant une odeur sulfureuse et arsenicale. Soluble dans les alcalis caustiques.

CX, 422, 1844) en partant des mesures de Marignac ; toutefois l'axe vertical a été doublé. On a alors $e^2 = e^1$ (Dx), $a^{1/2} = a^{1/4}$ (Dx), $b^{1/2} = b^{1/4}$ (Dx), etc.

Altérations. A la lumière, le réalgar se transforme en orpiment pulvérulent et en arsénolite.

Diagnostic. Par ses caractères extérieurs, le réalgar ne peut guère être confondu qu'avec le cinabre dont il se différence aisément par sa forme cristalline, sa dureté, la couleur de sa poussière et ses réactions pyrognostiques. Dans les lames minces de roche, il se distingue aisément par ses propriétés optiques et son pléochroïsme de l'orpiment orthorhombique et non pléochroïque.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le réalgar est généralement associé à l'orpiment, il se trouve dans les divers gisements suivants :

1° Dans les solfatares ;

2° Dans les houillères embrasées ;

3° Dans des gisements métallifères.

4° Dans des filons spéciaux.

1° *Dans les solfatares.*

Antilles. — *Guadeloupe.* Le réalgar accompagne le soufre dans les produits de sublimation des solfatares de la Guadeloupe. La collection du Muséum possède des échantillons provenant de ce gisement. Ils sont constitués par de petits cristaux transparents d'un magnifique rouge, et reposent sur des enduits ou de petites aiguilles d'orpiment qui recouvrent elles-mêmes des fragments d'une roche volcanique profondément altérée. Leur structure est un peu fibreuse. J'y ai reconnu les formes suivantes : p (001), m (110), h^3 (210), e^2 (012), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) (fig. 2 et 3).

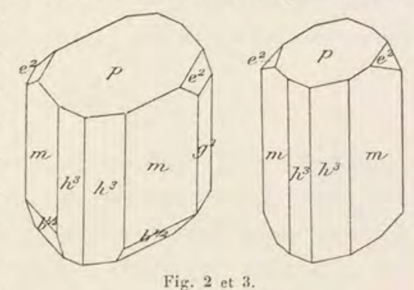


Fig. 2 et 3.
Réalgar de la Guadeloupe.

Les mesures sont souvent mauvaises par suite de l'irrégularité des faces et des cannelures de celles de la zone verticale : ces cristaux sont à rapprocher comme aspect et comme mode de formation de ceux de la solfatare de Pouzzoles.

2° *Dans les houillères embrasées.*

Plateau Central. — *Aveyron.* Les incendies spontanés des houillères d'Aubin fournissent de beaux échantillons de réalgar, associé à de l'orpiment, à de l'arsénolite octaédrique, à du soufre, à du salmiac (voir à *salmiac*), etc. Parfois il colore ce dernier minéral en rouge. Le réalgar forme le plus souvent des enduits minces à la surface des roches calcinées; son rouge magnifique fait le plus bel effet à côté des couleurs jaunes et blanches des minéraux qui l'accompagnent.

J'ai observé des échantillons dans lesquels le réalgar fournit des croûtes transparentes de plusieurs millimètres d'épaisseur. Elles sont fragiles et se fendillent rapidement par exposition à l'air.

Le réalgar ne se trouve pas seulement sous forme d'enduits fondus à surface vitreuse ou comme vernissée, il se présente aussi en très beaux cristaux transparents, implantés sur les enduits fondus et rappelant la disposition des cristaux de soufre des solfatares que l'on trouve implantés sur du soufre fondu. Ils possèdent les formes de ceux de la Guadeloupe (fig. 2 et 3) ; la base manque assez souvent.

Loire. Le réalgar se rencontre à la Ricamarie (Le Brulé) dans les mêmes conditions et avec les mêmes formes qu'à Aubin.

Saône-et-Loire. Il se trouve également, mais en moindre quantité, à Perrecy-les-Forges et à Montceau-les-Mines.

3° *Dans des filons spéciaux.*

Corse. — M. Nentien m'a signalé l'existence de masses de réalgar dans les schistes lustrés de Matra et d'au-dessous de Porta d'Ampugnani. L'échantillon qu'il m'a communiqué est constitué par une masse de réalgar grossièrement grenu, creusée de géodes que tapissent des mamelons d'orpiment, des cristaux de calcite qui ferment quelques rares aiguilles transparentes de réalgar, qui présentent les faces p (001), m (110), h^3 (210), g^1 (010), e^2 (012) : ces cristaux sont plus allongés que ceux des gisements précédents. Le réalgar de ce gisement offre la plus grande analogie avec celui que les Chinois utilisent pour sculpter les bibelots que l'on trouve fréquemment dans les collections. Il se transforme superficiellement en orpiment pulvérulent et par places, il imprègne les schistes.

L'examen microscopique de lames minces, taillées dans ce réalgar compact, montre qu'il est bien moins homogène qu'on pourrait le supposer au premier abord. Il est intimement mélangé avec de la calcite en rhomboèdres nets et avec de l'orpiment. Ces trois minéraux paraissent de formation contemporaine, car, suivant les plages considérées, ils s'englobent ou se moulent mutuellement.

4° *Dans des gisements métallifères.*

Vosges. — [*Alsace*]. Le réalgar a été trouvé parfois en petites masses d'un rouge orangé, en partie transformées en orpiment et associées à l'arsenic natif ainsi qu'aux autres minéraux arsénicaux de Sainte-Marie-aux-Mines.

Nouvelle-Calédonie. — Les filons de stibine des environs de Nakéty renferment en petite quantité du réalgar, associé à la stibine, comme dans les gisements bien connus de Hongrie. Dans les échantillons que M. de Limur m'a communiqués, le réalgar superficiellement altéré en orpiment pulvérulent n'a pas de formes géométriquement déterminables ; il est enveloppé dans du quartz.

GROUPE DE LA STIBINE

Les minéraux de ce groupe possèdent une formule chimique analogue et des formes cristallines extrêmement voisines. Tous ont un clivage facile suivant g^1 (010) ; l'orpiment est transparent, les trois autres minéraux sont opaques et possèdent un vif éclat métallique.

Orpiment.	$As^2 S^3$
Stibine.	$Sb^2 S^3$
Bismuthinite. . .	$Bi^2 S^3$
**Guanajuatite*. . .	$Bi^2 Se^3$

La guanajuatite seule ne se trouve pas dans les gisements étudiés dans ce livre.

ORPIMENT.

$As^2 S^3$

Orthorhombique : $mm = 117°49'$.

$b : h = 1000 : 577,405$. $D = 856,341$. $d = 516,408$.

$[a : b : c = 0,60304 : 1 : 0,67427$ (Mohs)$]$

Faciès. L'orpiment se trouve rarement en cristaux nets ; le plus souvent, il est en masses lamellaires, réniformes, en enduits ou en masses pulvérulentes.

Clivages. Clivage g^1 (010) parfait, micacé, donnant des lames flexibles, mais non élastiques. Les lames de clivage sont striées verticalement. Traces de clivage suivant h^1 (100), plans de séparation, d'origine secondaire, parallèles à p (001).

Dureté. 1,5 à 2. Sectile.

Densité. 3,4 à 3,5.

Coloration et éclat. Jaune citron. Éclat nacré très vif sur le clivage g^1 (010). Éclat résineux. Poussière jaune citron pâle. Translucide ou transparent.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à p (001). Bissectrice aiguë *positive* n_g, normale à h^1 (100). Dispersion forte, $\rho > \nu$.

$2E = 70°24'$ ligne D. Miers (cristaux de Tojowa).
$76°30'$ ligne C.

Composition chimique. La composition chimique correspondant à la formule $As^2 S^3$ est la suivante :

S......	39,0
As.....	61,0
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé l'orpiment fond, se volatilise et se sublime (voir pour les autres réactions à *réalgar*). Soluble dans l'eau régale et dans les alcalis.

Diagnostic. Les caractères extérieurs permettent aisément de distinguer l'orpiment des autres minéraux du groupe ; la forme, la couleur, la densité sont également distinctifs d'avec le réalgar.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Dans les gisements français, l'orpiment se trouve dans les conditions suivantes :

1° Dans les solfatares;

2° Dans les houillères embrasées;

3° Dans les sources thermales;

4° Dans des filons exclusivement arsenicaux.

1° *Dans les solfatares.*

Antilles. — *Guadeloupe*. L'orpiment se trouve parfois à l'état d'enduits dans les solfatares, où il accompagne le soufre et le réalgar.

Les cristaux de réalgar décrits p. 442 reposent sur des géodes tapissées de petites aiguilles d'orpiment d'un jaune un peu verdâtre, qui, au premier abord, rappellent certaines pyromorphites. Il n'est pas possible d'en extraire des cristaux distincts.

2° *Dans les houillères embrasées.*

C'est également associé au soufre et au réalgar que se trouve l'orpiment dans les produits de sublimation des incendies spontanés des houillères de l'*Aveyron*, de la *Loire* et de *Saône-et-Loire*. Ce minéral n'est pas rare à Aubin et dans les environs de Saint-Étienne (la Ricamarie), à Perrecy-les-Forges, à Montceau-les-Mines. Il n'y forme que des enduits ou colore en jaune des enduits et des cristaux de salmiac.

3° *Dans des filons exclusivement arsénicaux.*

Alpes. — *Alpes-Maritimes*. Le seul gisement français ayant fourni de beaux échantillons d'orpiment est celui de Luceram. Ce minéral y a été trouvé en magnifiques masses laminaires à la base du cénomanien; une tentative d'exploitation a même été faite sur ce gisement, aujourd'hui abandonné. L'orpiment est englobé par de la barytine et de la calcite lamellaires.

Corse. — L'orpiment en petites masses cristallines accompagne le réalgar de Matra près Moïta, voir p. 442.

Dans l'échantillon que M. Nentien a bien voulu me donner, la masse est creusée de géodes remplies de calcite et renfermant des sphérolites d'orpiment, associés à des cristaux nets de réalgar.

4° *Dans les sources thermales.*

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Les sources thermales de Saint-Nectaire-le-Haut qui sont très connues par les incrustations calcaires, utilisées par l'industrie (voir à *calcite*), ont autrefois laissé déposer des produits d'une tout autre nature. On observe ces derniers dans deux gisements distincts.

L'un, signalé en 1831 par Lecoq, se trouve sur le bord de la route de Saint-Nectaire-Bas à Saint-Nectaire-Haut; il est constitué par un amas d'opale résinite d'un gris brunâtre de 13 mètres de longueur sur 15 mètres de profondeur et 1 mètre d'épaisseur; il repose sur une couche de grains de sable, elle-même en contact avec le granite. Cette opale enveloppe une grande quantité de roseaux (*Arundo phragmites*) silicifiés ; sa pâte est riche en diatomées (*Pinnularia*, *Cocconema*, *Odontidium*); elle renferme des cristaux de quartz et des granules d'orpiment.

Le second gisement se trouve dans les fentes du granite. L'opale y forme des croûtes très adhérentes à la roche ancienne. Cette opale a été souvent rencontrée dans les travaux de captage de sources. Les très nombreux échantillons que j'ai étudiés ont été recueillis par M. des Cloizeaux, lors de travaux effectués en 1877, à quelques centaines de mètres au-dessous de l'établissement thermal du mont Cornadore (*Assoc. franç. avanc. des sciences*, 552. 1878). L'opale est tantôt translucide, et tantôt colorée en jaune orange foncé, elle est alors identique à la *forchérite* de Knittelfeld en Styrie.

Cette forchérite exposée à l'air devient terne et s'altère rapidement, mais elle se conserve bien dans les collections. Les échantillons recueillis au contact de l'eau sont transformés en masses coralliformes perforées en tous sens ou en masses spongieuses et légères. Ils sont recouverts par une sorte de glairine renfermant de l'orpiment. Il est probable du reste que la précipitation du sulfure d'arsenic est liée à l'existence de bactériacées (voir p. 370).

L'examen microscopique de la forchérite montre qu'elle englobe quelques diatomées beaucoup moins abondantes que dans les dépôts de roseaux. L'orpiment est distribué au milieu de cette opale sous la forme de grains pulvérulents ou de petites aiguilles (voir à *opale*).

Cette formation d'orpiment est à comparer à celle du même minéral dans les geysers du Yellowstone-Park.

La collection du Muséum renferme un échantillon de forchérite dont toutes les cavités sont remplies par de l'aragonite bacillaire qui est de formation postérieure, car il ne renferme pas trace du minéral arsenical.

Gisement incertain.

Vosges. — [*Lorraine*]. M. Jacquot a signalé l'existence de l'orpiment dans un filon d'hématite des environs de Creutzwald (*Descr. géol. et min. du dép[t] de la Moselle.* 411. 1868). Le bel échantillon qu'il a eu entre les mains n'avait pas été recueilli par lui et l'authenticité de ce gisement n'est pas établie d'une façon définitive.

STIBINE

$Sb^3 S^2$

Orthorhombique : $mm = 90°26'$

$b : h = 1000 : 722,428$. D $= 709,739$. $d = 704,465$.

[$a : b : c = 0.99257 : 1 : 1.01788$ (Dana)]

Formes observées. m (110), h^1 (100), g^1 (010), h^3 (210), g^2 (130); $b^{1/2}$ (111), $b^{3/2}$ (113); $\tau = (d^1 b^{1/7} g^{1/3})$ (343), $\psi = (d^{1/3} b^{1/5} g^{1/6})$ (146).

Les angles suivants ont été mesurés sur des cristaux de la Haute-Loire et du Cantal.

	Angles calculés	Angles mesurés
mm	90°26'	90°25'
mh^1	135°13'	135°14'
mh^3	153°31'30"	153°34'
mg^2	153°21'	153°25'
mg^1	134°47'	134°46'
h^3h^3	127°13'	
h^1h^3	161°41'30"	
g^2g^2 (sur g^1)	142°52'	
g^1g^2	161°26'	161°20'
$a^2 a^2$	125°43'	
$b^{3/2}b^{3/2}$ sur p	128°34'	128°30'
$b^{3/2}m$	115°43'	

	Angles calculés	Angles mesurés
$b^{1/2}b^{1/2}$ sur p	69°22'	69°20'
$b^{1/2}m$	145°19'	
$\tau\tau$ sur p	60°54'	60°46'
$b^{3/2}b^{3/2}$	148°42'	148°39'
$g^1b^{3/2}$ avant	105°35'	
$b^{1/2}b^{1/2}$ avant	109°12'	109°10'
$g^1b^{1/2}$	125°24'	
$\tau\tau$ avant	93° 5'	93°
$g^1\tau$	133°27°30"	

	Angles calculés	Angles mesurés
$b^{3/2}b^{3/2}$ côté	144" 7'30"	144°21'
$h^1b^{3/2}$	107°56'	
$b^{1/2}b^{1/2}$ côté	108°35'30"	108°37'
$h^1b^{1/2}$	125°42'	
$\tau\tau$ côté	117°23'	117°17'
$h^1\tau$	121°19'	•
$\psi\psi$ côté	163°64'	163°5

Faciès. Les cristaux de stibine sont toujours très allongés suivant l'axe vertical, parfois un peu aplatis suivant g^1, face parallèle au clivage parfait. Il n'est pas rare, dans les gisements indiqués plus loin, de trou-

ver des groupements enchevêtrés d'aiguilles, mais leurs sommets sont rarement distincts ; les faces de la zone verticale, fortement striées ou cannelées sont, d'ordinaire, seules distinctes.

La stibine se trouve aussi en masses lamellaires, fibrolamellaires, fibreuses (avec ou sans structure bacillaire), ou même compactes.

Déformation. Les cristaux de stibine sont fréquemment tordus, pliés, présentant des aspects curieux, dont quelques-uns sont reproduits par la figure 8.

Clivages. Clivage g^1 (010) parfait, h^1 (100), *m* (110) imparfaits ; plans de séparation suivant *p* (001) se manifestant sur le clivage g^1 par des stries perpendiculaires à l'axe vertical. Cassure un peu conchoïdale.

Dureté. 2. Les cristaux sont un peu flexibles et sectiles.

Densité. 4.52 à 4.62.

Coloration et éclat. Gris de plomb, gris d'acier. Éclat métallique.

Composition chimique. La formule Sb^2S^3 correspond à la composition suivante :

S...........	28,6
Sb...........	71,4
	100,0

Quelques variétés sont ferrifères, argentifères ou aurifères.

Essais pyrognostiques. Fusible à la flamme d'une bougie en colorant la flamme en bleu verdâtre. Dans le tube ouvert, dégage des vapeurs sulfureuses et donne un sublimé blanc non volatil d'acide antimonieux.

Sur le charbon, dégage de l'acide sulfureux, fond en jaillissant et couvre le charbon d'un enduit d'acide antimonieux qui, au feu réducteur, se volatilise en colorant la flamme en bleu verdâtre. Soluble dans l'acide chlorhydrique. Décomposée par l'acide azotique avec résidu blanc d'acide antimonique.

Altérations. La stibine s'altère avec la plus grande facilité : ses cristaux se ternissent à l'air et deviennent noirs, puis le minéral se transforme souvent en kermès rouge, en valentinite et enfin en stibiconite. Ces produits conservent la forme de la stibine et sont généralement compacts ou terreux ; ils se trouvent cependant parfois en cristaux distincts dans des cavités. Ces altérations sont constantes aux affleurements des gisements de stibine.

Diagnostic. Voir à *zinkenite* et à *berthiérite*.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La stibine est un minéral très répandu en France ; il n'est exploité actuellement que dans quelques mines seulement. La production du minerai extrait s'est élevée en 1889 à 2.230 tonnes. On la trouve :

1° Dans des filons;

2° Dans des formations sédimentaires.

1° *Dans les filons.*

Les gisements filoniens de stibine sont les plus fréquents. Ce minéral a généralement pour gangue le quartz, la barytine, parfois (Algérie) la calcite. Il est associé à de la pyrite, de la blende, de la galène, du cinabre, du réalgar, etc.; il est alors le minerai dominant des filons, mais il existe aussi comme minéral accidentel dans quelques gisements cuprifères ou plombifères. On a vu plus haut que la stibine à ses affleurements est très fréquemment altérée en stibiconite ou en kermésite.

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine.* La stibine en masses fibrolamellaires se trouve dans un filon de quartz à Martigné-Ferchaud (avec mispickel) et dans le filon de galène de la Touche, près Pontpéan.

Morbihan. Des travaux effectués, il y a une trentaine d'années, près de la citadelle de Belle-Ile-en-mer, ont mis à découvert des rognons de stibine fibrolamellaire dont le gisement exact n'a pas été étudié.

Loire-Inférieure. C'est également sous forme fibrolamellaire que la stibine se rencontre dans les filons quartzeux du Cellier, des allées de la Couterie en Couffé et enfin au bourg de Batz. M. Baret m'a montré des lames de 10^{cm} de longueur qu'il a recueillies à Batz dans des filons traversant la granulite. La stibine de ces gisements est recouverte des enduits habituels de kermésite et de stibiconite ; elle ne se présente pas en cristaux distincts.

Vendée. — D'assez nombreux filons de stibine existent en Vendée. Les uns n'ont pas été reconnus d'une façon suffisante et leur existence n'est décélée que par des blocs de minerai recueillis à la surface du sol (Mouchamps, Petit Chaillou entre le Boupère et la Pierre de Crau), les autres, au contraire, ont été exploités autrefois avec activité : c'est le cas des gisements de la Pierre de Crau et surtout de la Ramée en le Bou-

père. La gangue de ces filons est le quartz. La collection du Muséum renferme un bel échantillon de la stibine de ce dernier gisement; elle est fibreuse et l'on y distingue des baguettes enchevêtrées avec formes distinctes *m* (110), g^1 (010), $b^{1/2}$ (111), (fig. 1) et quelquefois h^1 (100).

Deux-Sèvres. La stibine a été signalée aux environs de Châtillon.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. J. de Charpentier a signalé (*op. cit.*, 365) l'existence de la stibine aciculaire dans une druse quartzeuse du filon de Berg-op-zoom des mines aujourd'hui abandonnées de Baigorry (voir à *panabase*) : le même minéral se rencontre accidentellement dans le filon de Saint-Martin d'Arrosa avec sidérose, galène, blende, et plus rarement barytine.

Hautes-Pyrénées. La stibine a été indiquée à la Courette.

Haute-Garonne. Des recherches ont été faites récemment sur des filons de stibine à Jurvielle et à la montagne de Poubeau dans la vallée de Larboust près Luchon : les filons se trouvent dans le permocarbonifère.

Corbières. — *Aude*. La stibine en masses fibrolamellaires a été trouvée dans divers gisements de l'Aude et notamment à Palairac, Quintillan, Cascatel et à la mine de la Scorbe près Maisons. J'ai trouvé dans plusieurs vieilles collections des échantillons de ce gisement inexactement étiquetés *zinkénite*; peut-être sont-ce des échantillons de ce genre qui sont indiqués dans la collection de Strasbourg (Groth. *Mineral. Samml.* 227) comme provenant de Corbières (*Aude*) à moins qu'il n'y ait eu erreur de département et qu'ils ne proviennent de Corbières (*Aveyron*) à la limite de l'*Hérault*?

Cévennes. — *Gard*. Des filons de stibine sont connus à Clauzel (masses fibrolamellaires), aux environs d'Uzès. Quelques filons de stibine se trouvent à Saint-Paul Lacoste. Les filons de Malbosc (Ardèche) se prolongent sur le territoire du Gard.

Plateau Central. — Il existe un assez grand nombre de filons de stibine à gangue quartzeuse dans le Plateau Central et ses dépendances. Ils paraissent être souvent en relation avec des roches acides (granulites et microgranulites). Quelques-uns d'entre eux sont aujourd'hui exploités; la plupart de ceux qui étaient en exploitation au siècle dernier ne le sont plus actuellement.

Lozère. Dans son étude sur les gisements métallifères de la Lozère Lan a cité (*A. M.* VI. 492. 1864) toute une série de filons de stibine dont les principaux sont ceux de Vieljouve, de Moissac, de Saint-Germain de Calberte, de Saint-Étienne-Vallée-française (la Coupette), du Collet de Dèze, etc. C'est de ce dernier gisement que provient un échantillon de stibine fibreuse que j'ai trouvé dans la collection du Muséum avec la dénomination de *zinkénite*.

Ardèche. Le gisement antimonifère de Malbosc a fait l'objet de nombreux mémoires (voir notamment E. de Beaumont. *Explic. de la carte géologique*. 1841. 173). La stibine en masses fibrolamellaires, et parfois en très fines aiguilles soyeuses, est distribuée très inégalement avec calcite et barytine dans des filons qui coupent les micaschistes.

La stibine a fait aussi l'objet de recherches à Lagarde en Rompon.

Haute-Loire. A Langeac, des filons de stibine se trouvent dans le micaschiste ; les cristaux nets sont rares ; ils sont associés à de la blende, du quartz hyalin.

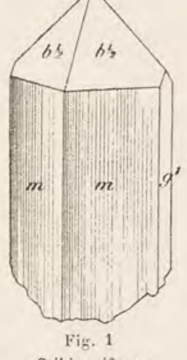


Fig. 1
Stibine (forme commune).

De la stibine a été en outre trouvée à Saint-Ilpize, Blesle, Ally, Fromenit, Pinols, Lavoûte-Chilhac, Saint-Austremoine, Chastel et Vieille Brioude, Freycenet, Chazelles Haut, Mercœur (La Licourne, Montel, Valadou). Ces trois derniers gisements sont exploités.

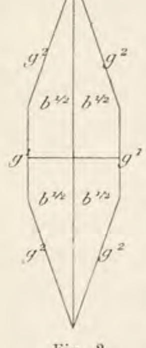


Fig. 2.
Stibine de Lubilhac. (Projection sur la base.)

Le gisement le plus remarquable de cette région au point de vue minéralogique se trouve à la frontière du Cantal et non loin de Massiac, à Lubilhac. Les anciennes mines de cette localité ont fourni de magnifiques cristaux de stibine ; ils atteignent plusieurs décimètres de longueur et sont souvent groupés en belles masses bacillaires se terminant dans des géodes par des cristaux ou pointements distincts. La collection du Muséum possède notamment plusieurs groupes de cristaux recueillis au siècle dernier et atteignant 15^{cm} de longueur sur 3^{cm} d'épaisseur ; ils sont uniformément terminés par la pyramide $b^{1/2}$ (111) et présentent dans la zone verticale de nombreuses faces striées m (110), g^1 (010), (fig. 1), h^3 (210), g^2 (130) (fig. 2). Ces cristaux, conservés depuis plus de cent ans dans les vitrines sont devenus superficiellement noirs et ternes, ils sont

en partie recouverts d'un enduit de cristaux de quartz hyalin (fig. 4) supportant eux-mêmes de la blende brune.

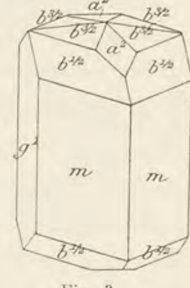


Fig. 3.
Stibine de Lubilhac.

La fig. 3 empruntée à Lévy (*op. cit.*) représente un cristal de Lubilhac offrant une combinaison de formes que je n'ai pas observée dans ce gisement. Dans la même mine on a trouvé aussi de magnifiques masses à grandes lames.


Fig. 4.
Stibine de Lubilhac recouverte de quartz. (Photographie avec réduction des 2/3 environ.)

La petite mine du Dahu (Daü) en Lubilhac m'a fourni des géodes d'où j'ai extrait quelques cristaux. Leur caractéristique réside dans leur pointement τ (343), (fig.5) parfois accompagné par ψ (146). Les faces de la zone verticale sont variées : m (110), g^1 (010), h^1 (100), h^3 (210), g^2 (120) (fig. 6.)

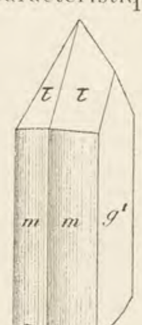


Fig. 5.
Stibine du Dahu.

Ces géodes renferment parfois de petites aiguilles remarquablement contournées. La fig. 8 représente quelques-unes d'entre elles détachées d'un échantillon recueilli par M. Bouhard.

Cantal. La région de Massiac est riche en filons de stibine traversant les micaschistes ; en outre de ceux de Lubilhac situés dans la Haute-Loire et dont il vient d'être question, il faut citer ceux d'Ouches en Massiac, de Vieillespèce, de Bonnac et surtout de Saint-Mary-le-Plain. Les géodes y sont fréquentes ; les cristaux de stibine longs et souvent plissés sont d'ordinaire intimement mélangés avec du quartz cristallisé. Ils offrent des forme différentes de ceux

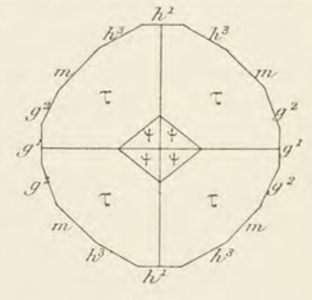


Fig. 6.
Stibine du Dahu. (Projection sur la base.)

de Lubilhac, et ils sont de plus petite taille, dépassant rarement 5cm de plus grande dimension. Les cristaux que j'ai examinés sont terminés par $b^{3/2}$ (113) (fig. 7) : ils présentent aussi parfois de nombreuses facettes que je n'ai pu mesurer par suite de leur peu d'éclat. Je dois à M. Bouhard des groupes de cristaux de cette même localité dont tous les intervalles sont remplis par de la kaolinite en petites lamelles dont la cristallinité se distingue nettement à l'œil nu. Des filons de stibine se trouvent aussi près de Saint-Poncy et à Moulergue près Pinols.

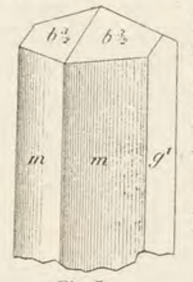


Fig. 7.
Stibine de Saint-Mary-le-Plain.



Fig. 8.
Aiguilles de stibine déformées, extraites d'une géode quartzeuse de la mine du Dahu. (Photographie avec un grossissement d'environ deux fois.)

Corrèze. Des recherches ont été faites sur des filons de stibine à Labbé près Ussel, à Argentat et à Ayen (avec galène), à Ségur (avec chalcopyrite).

Enfin une véritable exploitation a eu lieu à Channac à 10 km. au sud de Tulle (Carnot. *A. M.* XIII. 394. 1878) sur des veines de stibine (0m 40 à 0m 70 d'épaisseur), encaissées dans des schistes argileux noirâtres. Les échantillons de ce gisement que j'ai eu l'occasion d'étudier sont constitués par une stibine compacte ou finement fibreuse qui est fréquemment mélangée d'une façon intime à de la kermésite fibreuse.

Haute-Vienne. Il existe d'assez nombreux filons de quartz et de stibine dans ce département. Grüner, qui les a étudiés, les considère comme en relation avec la granulite. On peut citer notamment les gisements suivants : Saint-Priest Ligoure, château des Biards près Saint-Yriex-la-Perche, Glandon, Coussac-Bonneval. Ils ont été exploités au siècle dernier; les produits d'altération y sont fréquents (kermésite, stibiconite, etc.)

Des filons du même genre ont été trouvés à Limoges [au N.-O. vers Montjovis, où on les a trouvés lors de la percée du tunnel des Charentes ; au S.-E. vers le nouveau pont]. M. Barret cite encore Rilhac-Lastours, Isle près Limoges.

D'après Grüner, le filon de stibine de la forêt de Biaz en Glandon se

trouve au centre d'un filon de granulite épais d'un mètre, il est lui-même constitué par deux bandes quartzeuses renfermant des mouches de stibine et entourant une veine de stibine pure de 1 à 2 centimètres d'épaisseur.

Charente. La stibine s'est rencontrée dans un filon près du hameau de Lussac à l'est d'Estagnat; elle y est accompagnée d'enduits de valentinite et de kermésite. Elle a fait autrefois l'objet d'une exploitation; le même minéral est cité par Coquand en rognons près de Villechaise, au sud de Confolens.

Creuse. Des gisements de stibine existent à Anglar, à Villerange en Sussac, à Drux en Reterre, à Chirade en Mainsat, à Crocq, à Merinchal et à Blaudeix. Ce dernier gisement a été exploité il y a quelques années (Barret. *Géol. du Limousin.* 188.)

Le filon de Villerange est intéressant au point de vue géologique, car il coupe nettement les grauwackes du culm. Celui d'Anglar renferme en outre de la berthiérite (voir plus loin).

Puy-de-Dôme. La stibine a été signalée dans de nombreux gisements de ce département. Mazoires, Apchat, Chassagne, Courgoul, Lévaux près Champeix, puy de Clugel (avec galène), Chaumadoux en Messeix, Montsoupy, Angle-Haut et Angle-Bas en Rochefort, Tauves, Taravant en Perpezat, Montaigut en Combrailles, Malroche près l'étang de Péchadoire (stibine cuprifère), Saint-Sauve, etc.

C'est peut-être de l'un de ces gisements que provient l'échantillon de la collection de Strasbourg dans lequel M. Groth signale des cristaux nets $b^{1/2}$ (111), h^3 (210), g^1 (010) et m (110). Il est indiqué comme provenant de Pontgibaud où ce minéral n'a pas été trouvé à ma connaissance.

Rhône. Un filon quartzeux avec stibine et pyrite se trouve au moulin de Verrières à Boucivre près Tarare, à Grandris (stibine fibreuse et laminaire).

Loire. D'assez nombreux filons de stibine se trouvent dans la Loire; beaucoup d'entre eux furent exploités au siècle dernier : Chagnon, Bussières, Montmin en Sainte-Colombe, Néronde (avec kermésite et stibiconite). Ce dernier filon, d'après Grüner, coupe les schistes et les calcaires anthracifères, souvent eux-mêmes imprégnés par la stibine (*A. M.* XIX. 88. 1841); à Valfleury, des filons de stibine sont, d'après le même auteur, en relations avec la granulite; ils se trouvent dans le gneiss.

Allier. Des tentatives d'exploitation ont été faites sur des filons de stibine à gangue quartzeuse dans diverses localités de ce département et notamment à Nades (à 1 km. à l'ouest du bourg), à Montmalard en Bresnay et à Montignat en Petite Marche. Ces deux derniers ont été exploités au siècle dernier et c'est sans doute de l'un de ces gisements que provenait la stibine de l'Allier analysée par Vauquelin et indiquée par lui comme particulièrement pure.

Saône-et-Loire. L'existence de stibine fibreuse à Chauffailles est signalée par Drian (*op. cit.*).

Vosges. — [*Alsace*]. La stibine est peu abondante dans les Vosges. Daubrée (*Descr. géol. du Bas-Rhin*. 303. 1852) l'a signalée aux hameaux de Charbes et de Honilgoutte en Lalaye. Ces filons antimonifères se trouvent au nord de ceux d'Urbeis; la stibine y forme de petites aiguilles et des masses fibrolamellaires accompagnées de kermésite et de stibiconite avec quartz, pyrite, sidérose et à Honilgoutte de berthiérite.

La stibine s'est trouvée aussi comme accident dans les mines de plomb et de cuivre d'Urbeis et du Kalberhugel près Dambach, dans la mine d'hématite de Terlingoute à Framont.

Alpes. — *Massif du mont Blanc. Haute Savoie*. Des filons de stibine ont été autrefois reconnus dans la montagne de Pormenaz.

Savoie. Dans les mines et galeries de Pesey près Moutiers, on a trouvé des géodes quartzeuses, remplies de très fines aiguilles capillaires et noires de stibine.

Isère. La stibine a été signalée dans les filons quartzeux aurifères de la Gardette dont il a été question page 422. Un filon du même minéral a été aussi indiqué à l'Infernet dans la vallée de la Romanche, en amont du bourg d'Oisans.

Gueymard a trouvé, au moment du creusement de la grande galerie du Freney d'Oisans destinée au passage de la route de Briançon, des filonnets de stibine en aiguilles capillaires fort longues. Ces filonnets traversaient les schistes cristallins (*Statist. minér. Isère*. 447. 1844).

Elle n'a été trouvée qu'accidentellement en forme de rognons ou de masses fibrolamellaires dans la mine des Chalanches où l'antimoine existe surtout à l'état d'antimoine natif, d'allemontite et de valentinite.

Au-dessus d'Auris, sur la rive droite de la Romanche, il existe un

filon peu important de stibine aurifère, accompagnée de galène, de blende, etc.

Enfin, j'ai observé de petites aiguilles capillaires et noires de stibine dans les géodes de la mine du Grand-Lac de Laffrey, dont il sera question dans l'étude de la blende. Elles recouvrent la galène et la blende dont les cristaux renferment parfois assez de ce minéral pour être colorés en noir.

Maures. — *Var*. Des filons de stibine se trouvent au Pas du Cerf, dans la concession de la Rieille en Collobrières près Hyères; le même minéral accompagne aussi d'autres sulfures (blende, galène, chalcopyrite, etc.) dans plusieurs filons de cette même concession.

Corse. — Les filons de stibine sont nombreux et activement exploités à l'extrémité nord du cap Corse, dans les mines de Luri, de Méria et d'Ersa, qui fournissent près de la moitié de la production actuelle de l'antimoine en France.

Fig. 9.
Stibine fibrobacillaire du Cap Corse.
(Photographie un peu grossie).

Ces filons se trouvent dans les schistes séricìteux de la base de la formation schisteuse constituant tout le nord-est de l'île. Ils sont généralement dépourvus de gangue ou pauvres en quartz (notamment dans le gîte de Pastina en Méria) et formés par de la stibine pure, parfois accompagnée de pyrite, de blende, de soufre et de cinabre qui forme une gaine régulière autour des cristaux de stibine, comme dans les gisements algériens qui vont être étudiés plus loin.

La stibine du cap Corse ne se trouve pas seulement en masses fibrolamellaires; elle se rencontre aussi en beaux échantillons drusiques formés par l'enchevêtrement de cristaux qui, d'après les spécimens que je dois à M. Nentien, sont tantôt longs et gros atteignant plusieurs centimètres de longueur (fig. 9), tantôt formés par de petites aiguilles éclatantes d'un noir de fer. Les groupements de ce genre sont d'une délicatesse et

d'une fragilité extrêmes. L'enchevêtrement de ces cristaux est tel qu'il est difficile de les isoler pour avoir des pointements distincts. Les faces de la zone verticale sont nombreuses, mais tellement striées que les mesures précises ne sont guère possibles.

La stibine forme fréquemment entre les feuillets des schistes de la mine de Luri des rosaces régulières ayant environ 3 centimètres de diamètre : elles ne constituent qu'un mince plissage inexploitable qui explique le nom de *fioracce* (mauvaise fleur) que leur donnent les mineurs corses.

Algérie. — C'est peut-être à des imprégnations de calcaire plutôt qu'à des filons proprement dits qu'il y a lieu de rapporter tous les gisements algériens à gangue calcaire. Ils sont d'un âge plus récent que ceux de la France continentale puisqu'ils percent nettement le jurassique et le crétacé.

Constantine. Le gisement antimonifère du Djebel Hamimat, à 30 km. sud-ouest d'Aïn-Beida, est célèbre par les cristaux de *senarmontite* qu'il renferme. Le minerai forme des amas sans gangue dans des marnes et des calcaires que M. Blayac a récemment déterminées comme appartenant au gault ; le minéral est essentiellement constitué par des oxydes (voir à *senarmontite*). J'ai observé de très jolies aiguilles de stibine implantées sur des octaèdres de senarmontite et sur les sphérolites de calcite qui recouvrent ces derniers. La stibine est à Hamimat un accident minéralogique rare.

A Sanza (Sensa), à 4 km. à l'ouest d'Hamimat, près Aïn-Bebbouch, se trouve dans les mêmes conditions un gisement antimonifère. La collection du Muséum possède un échantillon de cette localité donné autrefois par de Senarmont à Daubrée et qui est fort intéressant ; il rappelle ceux fournis par la mine de Guelma. Il est constitué par de grandes baguettes de stibiconite provenant de la transformation de cristaux cannelés de stibine. Chacun de ceux-ci est entouré par une gaine de cinabre.

La mine du Djebel-Taya près Hammam-Meskoutine, située non loin des célèbres grottes du Taya, se trouve au milieu de calcaires jurassiques à *Diceras*, d'après les renseignements qu'a bien voulu me fournir M. Blayac. La stibine est le minéral exploité ; elle est en partie transformée en oxyde et associée à des mouches de cinabre et de galène. C'est ce dernier minéral qui a été autrefois exploité à la

période romaine ; la gangue est quartzeuse, calcaire et un peu barytique. La stibine se trouve dans les joints de stratification et les fissures verticales des calcaires ; elle se rencontre aussi en boules radiées au contact du calcaire et des marnes.

Dans l'Ouled-Ali (non loin d'Enchir-Saïd), à 16 km. N.-N.-O. de Guelma, des veines de stibine en partie oxydées, recouvertes d'enduits de cinabre, se trouvent dans les calcaires à *Inocérames* du sénonien.

Aux environs de Guelma, la stibine se rencontre encore dans les amas calaminaires d'El-Guelaa (Djebel-Debar), avec cinabre dans une gangue de quartz et de barytine, et à Bou-Zitoun avec barytine.

Nouvelle-Calédonie. — De beaux échantillons de stibine fibrolamellaire ont été recueillis dans les mines de Nakéty. J'ai eu entre les mains une géode quartzeuse de ce gisement renfermant de larges aiguilles de stibine pliées qui indiquent que de bons cristaux y pourraient être trouvés.

On a vu, page 443, que dans ce gisement la stibine est parfois accompagnée de réalgar, comme en Hongrie.

Tonkin. — Des gisements de stibine ont été indiqués au Tonkin. Je n'ai sur eux aucun renseignement précis.

2° *Dans les formations sédimentaires.*

Bretagne et Anjou. — *Loire-Inférieure et Maine-et-Loire*. Les calcaires dévoniens de la Loire-Inférieure et de l'Anjou renferment des veinules ou des amas de stibine englobés dans la calcite lamellaire et fréquemment recouverts d'enduits rouges de kermésite. Il y a lieu de citer notamment à cet égard les carrières de calcaire d'Erbray (*Loire-Inférieure*) et d'Angers (*Maine-et-Loire*). La stibine y forme, soit de longues baguettes, distinctes dans la calcite ou groupées en masses lamellaires, soit des masses fibrolamellaires de grande taille.

Plateau Central. — *Ardèche*. Les dolomies triasiques des envivirons de Charmes, qui recouvrent le granite, ont été imprégnées de produits quartzeux et de stibine. Ce minéral se rencontre en amas irréguliers à gangue de silex brun et de barytine ; il forme parfois des veinules et des nodules à structure radiée ; il est associé à des mouches pyriteuses.

Jura. — La stibine aciculaire a été rencontrée (Ogérien, *Hist. nat. du Jura*. I. 273) dans les cloisons d'une ammonite jurassique au Pontet près Saint-Claude, et aux Piards.

Algérie. — Voir plus haut.

BISMUTHINITE

$Bi^2\ S^3$

Orthorhombique : $m\,m = 91°52'$.
$b : h = 1000 : 707{,}767$. $D = 718{,}546$. $d = 695{,}480$
[$a : b : c = 0.9679 : 1 : 0.\ 9850$ (Groth)].

Faciès. La bismuthinite ne se trouve que rarement en cristaux toujours aciculaires ; le plus souvent on la rencontre en masses fibreuses, lamelleuses ou compactes.

Clivages. Clivages g^1 (010) parfait, h^1 (100) et m (110) imparfaits.

Dureté. 2. Faiblement sectile.

Densité. 6,4 à 6,6. 6,60 (Meymac, M. Carnot).

Coloration et éclat. Gris de plomb à blanc d'argent ; le minéral se ternit à l'air ou devient jaunâtre en prenant de belles couleurs irisées. Éclat métallique. Poussière de même couleur que le minéral. Opaque.

Composition chimique. La composition correspondant à la formule $Bi^2\ S^3$ est donnée en *a*).

b) Analyse de la bismuthinite de Meymac (Corrèze) par M. Carnot (*C. R.* LXXIX. 303. 1874).

	a)	*b*)
S	18,8	14,25
As	»	3,10
Sb	»	0,85
Bi	81,2	78,40
Pb	»	0,75
Cu	»	0,40
Fe	»	0,53
Co	»	traces
Gangue	»	0,90
	100,0	99,18

Propriétés pyrognostiques. Fusible à la flamme d'une bougie. Dans

le tube ouvert, dégage de l'acide sulfureux et dégage un sublimé blanc qui, au chalumeau, fond en donnant des gouttes brunes à chaud et jaunes à froid.

Au chalumeau, dégage de l'acide sulfureux, puis fond en jaillissant et donne un enduit jaune d'oxyde de bismuth. Fondue avec de l'iodure de potassium, donne un enduit jaune d'iodure de bismuth.

Soluble dans l'acide azotique ; la solution par addition d'eau dépose un précipité blanc de sous-nitrate de bismuth.

Altérations. La bismuthinite se transforme par altération en bismite, bismuthite, etc.

Diagnostic. La bismuthinite offre souvent une grande analogie de caractères extérieurs avec la stibine. Ses réactions au chalumeau, sa dissolution sans résidu blanc dans l'acide azotique et les caractères de cette dissolution permettent de distinguer facilement ces deux minéraux.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La bismuthinite, associée parfois à d'autres minéraux bismuthifères, à des minerais d'argent ou de cobalt, se trouve dans les deux catégories de gisements suivants :

1° Dans les filons métallifères ;

2° Dans les houillères embrasées.

1° *Dans les filons métallifères.*

Pyrénées. — [Aragon]. Picot de Lapeyrouse a signalé la bismuthinite associée au bismuth natif (*in* Charpentier, *op. cit.*, 368) dans les filons cobaltifères de Saint-Jean-de-Gistain, non loin de la frontière franco-aragonaise (voir à *smaltine*).

Plateau Central. — *Corrèze*. La bismuthinite semble avoir originellement constitué le principal minerai bismuthifère du filon de Meymac. Elle y est associée au bismuth natif, au wolfram, à la scheelite (voir à *bismuth*, page 387). La bismuthinite de ce gisement offre un aspect un peu spécial ; elle est d'un gris de plomb bleuâtre, rappelant la stibine ; elle forme des masses fibrolamelleuses, parfois rayonnées à grands éléments. Elle est généralement transformée en bismite

et en bismuthite qui constituaient la plus grande partie des matières qui y ont été exploitées.

Saône-et-Loire. De petites mouches de bismuthinite lamellaire se trouvent dans le quartz filonien des Champs-Carrés près Cluny. Elles y constituent une rareté minéralogique.

2° *Dans les houillères embrasées.*

Plateau Central. — *Loire.* La bismuthinite en aiguilles très brillantes a été rencontrée par M. Mayençon (*C. R.* XCII. 854. 1881) parmi les produits de sublimation des houillères embrasées des environs de Saint-Étienne. Il est probable qu'elle a la même origine que la galène qui l'accompagne et qui provient, sans aucun doute, de la volatilisation de sulfures existant en petite quantité dans la houille. On sait que les galènes sont parfois faiblement bismuthifères et c'est là sans doute qu'il faut chercher l'origine première de ce sulfure de bismuth plutôt que dans l'existence de bismuthinite, antérieurement formée dans les gisements houillers.

Gisement incertain.

Pyrénées. — *Haute-Garonne.* Picot de Lapeyrouse a signalé (*J. P.* XXVI. 438. 1785) l'existence de la bismuthinite dans le quartier de Montagne de Raitz, à Melles, ce minéral y formerait des masses lamellaires ayant l'aspect de la galène. C'est le minéral de ce gisement qui est signalé par Romé de l'Isle avec la mention « dans les Pyrénées ; sans indication plus précise (*Cristall.* III. 117. 1783) » je n'ai pu recueillir aucun autre renseignement sur lui.

MOLYBDÉNITE

MoS^2

Hexagonale?

Formes et faciès. La molybdénite se présente en lames ou en cristaux hexagonaux, analogues à ceux des micas et du graphite. Il existe parfois une pyramide $px = 105°$ (Dana). Les faces prismatiques sont

striées parallèlement à leur intersection avec la base. En général, le minéral forme des lames, des écailles contournées, il est plus rarement grenu.

Clivages. Clivage a^1 (0001) micacé, donnant des lames très flexibles, mais non élastiques. Sectile.

Dureté. 1 à 1.5. Toucher gras.

Densité. 4.7 à 4.8.

Coloration et éclat. Gris de plomb bleuâtre. Le minéral donne sur la porcelaine une trace verdâtre et sur le papier une trace bleuâtre.

Composition chimique. La composition théorique correspondant à la formule $Mo\,S^2$ est la suivante :

S..........	40.0
Mo.........	60.0
	100,0

Ce minéral est généralement très pur.

Essais pyrognostiques. Dans le tube ouvert, la molybdénite donne des vapeurs sulfureuses et un sublimé d'acide molybdique jaune pâle. Infusible au chalumeau, mais colore la flamme en vert jaunâtre. Sur le charbon, le minéral peut être grillé, il donne alors un enduit d'acide molybdique jaune à chaud (rouge de cuivre près de l'essai) et blanc à froid; en se volatilisant, celui-ci colore la flamme en bleu azur (feu réducteur).

Décomposée par l'acide azotique avec résidu blanc d'acide molybdique qui se dissout aisément dans l'ammoniaque. La solution ammoniacale, acidifiée à nouveau par l'acide azotique, donne un précipité jaune citron par addition d'un fragment de phosphate de soude.

Altérations. La molybdénite est souvent recouverte d'enduits jaune citron de molybdite formée à ses dépens (Voy. tome III).

Diagnostic. Les réactions pyrognostiques permettent de distinguer la molybdénite du graphite, le seul minéral dont l'aspect extérieur se rapproche de celui de la molybdénite. La couleur laissée sur le papier ou la porcelaine n'est pas la même pour les deux minéraux.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La molybdénite se rencontre comme élément constitutif de quelques

roches éruptives anciennes (granite, granulite, syénite néphélinique), des gneiss, des cipolins; plus rarement on la trouve dans des filons métallifères.

1° *Dans les roches granitiques et les schistes cristallins.*

Iles anglo-normandes. — [*Jersey*.] Des filons de quartz des Handois ont fourni de beaux échantillons de molybdénite lamellaire.

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. La molybdénite se rencontre dans les pegmatites riches en biotite et en muscovite des carrières de Miséri près Nantes. Elle y accompagne le béryl, la löllingite, la chalcopyrite, etc.

Le même minéral a été rencontré dans le gneiss amphibolique de la carrière de Coteaux à la Martinière, près le Pellerin.

Plateau Central. — *Rhône*. De beaux échantillons de molybdénite lamellaire ont été trouvés par Héricart de Thury à Chessy dans la granulite et dans les filons pyriteux au contact des cornes vertes. Le même minéral se rencontre aux environs de Beaujeu dans une granulite rouge à grains fins (Coll. du Muséum).

Allier. J'ai trouvé la molybdénite en petites lamelles contournées, irrégulièrement distribuées dans une granulite rouge sans micas, exploitée à Droiturier près Lapalisse et employée à Clermont pour le pavage des rues.

Vosges. — La molybdénite a été rencontrée dans les filons de quartz de Thillot, dans la granulite de Remiremont.

Haute-Saône. Le même minéral se trouve à Faucogney dans une granulite à feldspath rouge.

Alpes. — *Haute-Savoie*. *Massif du mont Blanc*. La molybdénite n'est pas rare dans la protogine ou dans des filonnets de quartz qui la traversent. On peut citer notamment les localités suivantes : le Talèfre, le glacier de l'Argentière, les Courtes, la Mer de glace, les Charmoz, les glaciers de Miage, de la Brenva, la Chapelle d'Orny, l'Aiguille du Midi, la Bérarde. Elle a été trouvée pour la première fois par de Saussure au col du Géant du côté de Courmayeur.

Hautes-Alpes. De très beaux échantillons de molybdénite se trouvent dans la granulite, ou en filonnets au milieu d'elle, au glacier de la Meije

près La Grave. La molybdénite y tapisse parfois des surfaces de plusieurs décimètres carrés. Elle est superficiellement recouverte d'un enduit jaune de molybdite.

Corse. — La molybdénite a été trouvée associée à de la molybdite dans des filons de quartz entre Calvi et Argentella.

Nouvelle-Calédonie. — L'exposition des colonies renferme un échantillon de molybdénite engagée dans du quartz avec pyrite : il vient de la Nouvelle-Calédonie, mais les conditions de son gisement ne sont pas indiquées.

2° *Dans les filons métallifères.*

Plateau Central. — *Aveyron*. La molybdénite a été rencontrée comme accident dans les filons cuprifères et plombifères de Corbières, à la limite du département de l'*Hérault*.

Haute-Vienne. La molybdénite est l'un des nombreux minéraux accompagnant la cassitérite dans les filons stannifères de Vaulry ; elle s'y rencontre dans le quartz et aussi dans le gneiss. Elle existe dans les mêmes conditions à Cieux et dans les filons quartzeux wolframifères de Moudelisse entre Saint-Léonard et Limoges.

Rhône. Voir plus haut.

Vosges. — Les filons cuprifères de Château-Lambert ont fourni comme accident des échantillons de molybdénite : ce minéral y est englobé dans du quartz avec de la pyrite.

CARBURES, SULFURES, PHOSPHURES, ARSÉNIURES, ANTIMONIURES DES MÉTAUX

SÉRIE BASIQUE

DISCRASITE

$Ag^n Sb^m$

Orthorhombique : $mm = 119°59'$.
$b : h = 1000 : 581{,}756$. $D = 865{,}988$. $d = 500{,}097$.
[$a : b : c = 0.5775 : 1 : 0.6718$ (Haussmann)]

Macles. Macle suivant m (110) conduisant à des formes pseudo-hexagonales.

Formes observées. p (001), m (110), g^1 (010).

Faciès des cristaux. Les cristaux sont prismatiques ; les faces p (001) sont striées parallèlement à l'arête ph^1 (001) (100). Les cristaux nets sont rares ; le minéral se présente le plus souvent sous forme dendritique, lamellaire, grenue ou compacte.

Clivages. Clivages p (001) et e^1 (011) assez nets, imparfaits suivant m (110). Cassure inégale. Sectile.

Dureté. 3.5 à 4.

Densité. 9.44 à 9.85.

Coloration et éclat. Blanc d'argent à blanc d'étain, se ternissant à l'air en jaunissant ou en noircissant. Éclat métallique. Opaque.

Composition chimique. La composition est discutée et semble osciller entre les deux formules Ag^3Sb (composition a) et Ag^6Sb (composition b).

	a)	b)
Ag........	72,9	84,3
Sb........	27,1	15,7
	100,0	100,0

Il existe souvent un peu d'arsenic.

Propriétés pyrognostiques. Au chalumeau, fond en un globule (qui finit par être formé d'argent pur), avec auréole d'acide antimonieux. Insoluble dans l'acide chlorhydrique, ce qui permet de l'isoler de ses gangues calcaires. Soluble dans l'acide azotique avec résidu blanc d'acide antimonique.

Diagnostic. Les clivages faciles, les réactions pyrognostiques et le résidu d'acide antimonique laissé après attaque par l'acide azotique, constituent les caractères différentiels de la dyscrasite et de l'argent natif.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La dyscrasite est un minéral des filons argentifères et particulièrement de ceux à gangue calcaire.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Le filon de blende de la mine d'Ar près des Eaux-Bonnes, dont il sera question à l'article *arite* est traversé par des filonnets minces de calcaire renfermant de l'arite, del'ullmannite, de la blende et parfois des minéraux argentifères qui, à de nombreuses reprises, ont fait l'objet de tentatives malheureuses d'exploitation. L'argent natif y a été signalé, mais il est probable que ce minéral y est rare et remplacé par de la dyscrasite dont j'ai étudié un bon échantillon, grâce à l'obligeance de M. Braly. Il est constitué par de petites masses ramuleuses, faciles à dégager du calcaire par l'acide chlorhydrique; on y voit de rares cristaux prismatiques, allongés suivant l'axe vertical et généralement groupés en grand nombre, à axes parallèles pour former des masses columnaires.

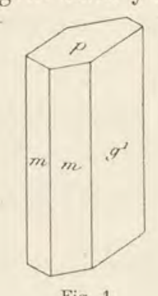


Fig. 1.
Dyscrasite de Sainte-Marie-aux-Mines.

Vosges. — [*Alsace*]. La collection du Muséum possède un bel échantillon de dyscrasite indiqué comme provenant de la mine de Saint-Jacob dans le Rauenthal, à Sainte-Marie-aux-Mines. C'est un calcaire lamellaire dans lequel sont engagés des cristaux de dyscrasite atteignant 1^{cm} de plus grande dimension. Ils sont allongés suivant l'axe vertical et sont creusés de cavités irrégulières remplies par de la calcite. Ils présentent les faces : p (001), m (110), g^1 (010) (fig. 1).

Alpes. — *Isère.* La dyscrasite était l'un des minéraux argentifères de la mine des Chalanches près Allemont. Elle s'y est présentée en petites masses grenues, dépourvues de cristaux distincts.

GROUPE DE LA RHABDITE

Ce groupe renferme des phosphures de fer nickelifères que l'on rencontre dans les holosidères.

Le nom de *rhabdite* a été plus particulièrement donné à ceux qui se trouvent en aiguilles et celui de *schreibersite* à celui que l'on rencontre en lamelles ou en grains : il n'y a peut-être entre eux qu'une différence de structure.

Dans ce groupe, se range un minéral cristallisé trouvé dans les houillères embrasées du Plateau central et qui est une forme exclusivement ferrifère de ce groupe : c'est lui qui me servira de type.

RHABDITE

$Fe^7 P^2$

Quadratique.

$b : h = 1000 : 345,068.$ D $= 707,107.$

[$a : c = 1 : 0,4880$ (Mallard)].

Formes observées. h^1 (100), m (110) ; a^1 (101).

Les angles suivants ont été mesurés par Mallard sur les cristaux de Commentry :

	Angles calculé.	Angles mesuré.		Angles calculé.	Angles mesuré.
$p\,a^1$	153°59″	*$m\,a^1$ 180°4′	$a^1\,a^1$ adj.	143°52″	143°42′

Faciès. La rhabdite de Commentry se trouve en masses cristallines dans les fentes desquelles se rencontrent parfois des cristaux prismatiques groupés en éventail : les pointements distincts sont rares.

Clivages. Pas de clivages. Cassure grenue, le minéral est aigre.

Dureté. Difficilement rayée par l'acier.

Densité. 7,14.

Coloration et éclat. Gris d'acier très brillant. Irisée superficiellement. Éclat métallique. Opaque.

Propriétés magnétiques. Très magnétique.

Composition chimique. Le nom de rhabdite a été donné à un phosphure de fer et de nickel trouvé par G. Rose dans l'holosidère de Braunau (Bohême). Mallard en a rapproché le phosphure de Commentry dont il est question ici.

La composition théorique correspondant à la formule $Fe^7 P^2$ est don-

née en *a*; elle se rapproche de celle du minéral de Commentry [analyse *b* par M. Carnot (*B. S. M.* IV. 230. 1881) si l'on suppose le soufre comme combiné au fer sous forme de FeS].

La schreibersite des holosidères paraît correspondre plutôt à la formule $(Fe, Ni)^6 P^2$, correspondant à l'analyse *c*.

	a)	*b*)	*c*)
P.......	13,7	12,10	15,4
As......	»	1,65	»
S.......	»	1,75	»
C.......	»	traces	»
Fe......	86,3	84,28	55,5
Ni......	»	»	29,1
	100,0	99,78	100,0

Propriétés pyrognostiques. Quand on attaque le minéral de Commentry par l'acide chlorhydrique, le sulfure de fer est d'abord décomposé et ce n'est qu'ensuite que la rhabdite s'attaque à son tour : il se dégage d'abord de l'hydrogène sulfuré, puis de l'hydrogène phosphoré.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les minéraux de ce groupe se rencontrent dans les deux conditions suivantes :

1° Dans les météorites pierreuses et dans les holosidères.

2° Dans les houillères embrasées.

1° *Dans les météorites pierreuses et dans les holosidères.*

Les types nickelifères se trouvent exclusivement dans ce genre de gisement. La variété grenue ou écailleuse (*schreibersite*) est la plus répandue; la rhabdite aciculaire ne se trouve guère que dans quelques fers à structure cubique, elle est parfois régulièrement orientée, suivant les axes quaternaires de ceux-ci (fer de Braunau). Ces minéraux sont toujours de petites dimensions; cela est notamment le cas pour la schreibersite du fer de Caille (*Var*), qui n'y existe qu'en faible quantité.

La schreibersite n'est pas localisée dans les holosidères, on la trouve aussi dans les divers types de météorites pierreuses. Il est possible de mettre en évidence ces minéraux en traitant à l'ébullition le mélange de fer nickelé, de schreibersite et de troïlite de celles-ci par une dissolution de chlorure de cuivre, jusqu'à disparition du fer nickelé : la schreibersite est ensuite débarrassée du cuivre réduit par l'acide azotique, de la troïlite par un traitement rapide à l'acide chlorhydrique.

2° *Dans les houillères embrasées.*

Plateau Central. — *Allier*. La rhabdite de Commentry a été trouvée par M. Fayol et étudiée par Mallard (*B. S. M.* IV. 230. 1881); elle se trouvait dans une roche à faciès basaltique, essentiellement constituée par de l'anorthite et de l'augite et résultant de la fusion sur place de roches schisteuses houillères. (Voir tome I, p. 531).

Dans cette roche, le minéral est disséminé en petits globules sphériques, en masses de quelques centimètres de diamètre, à contours irréguliers, moulés par la matière fondue, ou enfin en masses irrégulières atteignant la grosseur du poing. Elles sont cristallines et leurs cavités sont parfois tapissées par des aiguilles à formes nettes. Quelques rares échantillons se sont montrés sous forme de belles baguettes quadratiques, parfois disposées en masses bacillaires. Lorsqu'il y a cinq ans, j'ai visité la mine de Commentry, la rhabdite y était peu abondante et je n'ai pu y recueillir que des échantillons de petites dimensions.

Ce minéral s'est évidemment formé grâce à la réduction par le charbon des éléments ferrugineux phosphorés contenus dans les schistes. C'est aux dépens de cette rhabdite que se sont ensuite produits les cristaux de vivianite qui seront étudiés longuement dans le tome III.

Aveyron. Les houillères embrasées de Cransac ont fourni des échantillons de rhabdite et de vivianite identiques à ceux de Commentry.

COHENITE?

M. Weinschenk a décrit sous le nom de *cohenite* des carbures de fer qui se trouvent dans divers fers nickelés ; les uns sont représentés par la formule $(Fe\ Ni)^3\ C$ (fers de Magura et de Bendego)[1], les autres par la formule $(Fe\ Ni)^4\ C$ (fers du comté de Wichita).

C'est à ce groupe qu'il y a lieu de rapporter un fer métallique qui a été trouvé en 1804 par Mossier dans les schistes houillers fondus par les incendies souterrains de Commentry (La Bouiche), si toutefois l'analyse donnée plus bas est exacte. D'après la description qu'en a faite Cocq (*J. M.* XIX. 430. 1806), ce fer constituait un bloc pesant

1. Cette *cohenite* est par suite un type nickelé de la *cémentite* (Fe^3 C), le carbure en aiguilles brillantes qui constitue l'un des éléments constitutifs des aciers industriels (voir p. 394).

environ 8 kilogrammes ; il avait une forme tabulaire et renfermait quelques bulles à sa partie inférieure qui adhérait à des fragments de schistes fondus scoriacés et de houille en partie brûlée. Le minéral rayait l'acier trempé dont il avait l'aspect. Sa densité était de 7,4417.

L'analyse faite par Godon de Saint-Memin (*J. P.* LX. 340. 1805) a donné les résultats suivants consignés en *a*.

	a)	*b*)
C......	4,3	4,14
P......	1,2	»
Fe.....	94,5	95,86
	100,0	100,00

La composition donnée en *b* est celle qui correspond à la formule Fe^5C.

Lorsque deux ans après la découverte de Mossier, Cocq se rendit sur les lieux, il ne put retrouver le bloc en question, mais il rencontra de petits globules d'une substance analogue dans les alvéoles de roches scoriacées ; ces globules étaient accompagnés de vivianite : c'était probablement la rhabdite décrite plus haut.

Ce minéral a été désigné sous le nom d'*acier natif de la Bouiche* dans les Traités de minéralogie publiés depuis le commencement du siècle.

C'est dans le même gisement et exactement dans les mêmes conditions que 77 ans plus tard, M. Fayol a trouvé la rhabdite.

Ces deux minéraux paraissent avoir une grande analogie de caractères extérieurs. Ils diffèrent cependant par leur composition et par leur densité. Il ne serait pas extraordinaire de trouver, dans le même gisement, et dans les mêmes conditions, des composés présentant de semblables différences de composition. J'ai fait voir, en effet (voir tome I, p. 531), que les roches fondues et recristallisées de Commentry présentent des différences de composition minéralogique importantes à quelques décimètres de distance ; cela s'explique du reste, puisqu'elles résultent de la fusion et de la recristallisation sur place, sans brassage, de roches originairement clastiques et par suite hétérogènes. La teneur en acide phosphorique de semblables roches sédimentaires est variable d'un lit à l'autre, de même que celle des éléments ferrugineux dont la réduction a donné naissance aux produits qui nous occupent ici. Je n'ai trouvé de traces de l'échantillon étudié par Mossier dans aucune collection.

MONOSULFURES

GROUPE DE LA GALÈNE

Le groupe de la galène est formé par de nombreux minéraux ; tous ceux qui sont connus en cristaux sont cubiques et holoédriques.

Galène.......	Pb S
**Altaïte*.......	Pb Te
**Clausthalite*...	Pb Se
**Naumannite*. .	(Ag^2, Pb) Se
Argyrite......	Ag^2 S
**Hessite*.......	Ag^2 Te
**Petzite*.......	$(Ag, Au)^2$ Te
**Berzelianite*...	Cu^2 Se
**Lehrbachite*...	(Pb, Hg) Se
**Eucairite*.....	$(Cu, Ag)^2$ Se
**Zorgite*......	(Pb, Cu^2, Ag^2) Se
**Crookesite*. ..	$(Cu, Tl, Ag)^2$ Se

La galène et l'argyrite seules se rencontrent dans les gisements qui vont être passés en revue.

GALÈNE

Pb S

Cubique.

Macles. 1° Macle très fréquente suivant a^1 (111) (macle des spinelles), se produisant soit par accolement (fig. 13), soit par pénétration (fig. 14). Cette macle est parfois répétée.

2° Macles suivant a^3 (311), $a^{1/4}$ (441), $a^{1/3}$ (331) se manifestant par des lamelles polysynthétiques et des stries sur les clivages cubiques. Ces macles paraissent secondaires et dues à la pression.

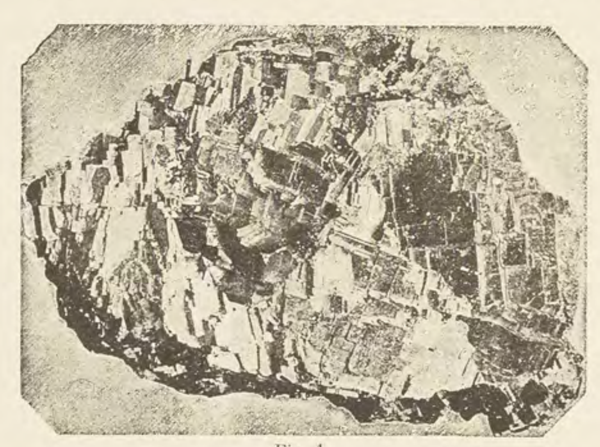


Fig. 1.
Galène à larges clivages cubiques (Bartèque, *Basses-Pyrénées*).
(*Photographie réduite du tiers environ.*)

Formes observées. p (001), a^1 (111); b^1 (110), b^2 (210); $a^{7/2}$ (722), $a^{1/2}$ (221); a^{40} (40. 1. 1), a^2 (211); pb^2 153°26′ $pa^{7/2}$ 133°53′ $a^{7/2}$, a^1 156°10′, a^{40} a^1 127°17′, a^{40} a^{40} sur b 177°8′.

Faciès des cristaux. Suivant les gisements, la forme dominante est le cube, le cubo-octaèdre, ou l'octaèdre, imprimant aux cristaux un cachet caractéristique. Les cristaux de galène présentent parfois des développements anormaux, allongements suivant un axe quaternaire (fig. 16), ou un axe binaire (fig. 5 et 6). Leurs faces sont quelquefois arrondies, ou présentent des particularités étudiées plus loin.

Le plus souvent, la galène se trouve en masses clivables (fig. 1) dont les éléments peuvent varier depuis plus de 10^{cm} de côté jusqu'à une fraction de millimètre. Elle se trouve aussi en masses finement fibreuses, parfois compactes. Une variété très compacte, fragile, d'un gris bleuâtre foncé qui se trouve parfois dans des galènes à plus gros grains et dont la compacité paraît due à des actions mécaniques.

Groupements avec d'autres minéraux. On verra à l'article *pyrrhotite* de curieuses pseudomorphoses de ce minéral en galène, présentant une disposition géométrique remarquable.

Clivages. Clivage parfait suivant p (fig. 1), rarement suivant a^1 (galène bismuthifère). Ce clivage disparaît après chauffage à 200 ou 300°, il est remplacé par le clivage cubique. Cassure subconchoïdale ou inégale.

Dureté. 2,5 à 2,75.

Densité. 7,4 à 7,6; 7,67 galène bismuthifère du mont Blanc (M. Brun).

Coloration et éclat. Gris de plomb. Poussière également grise. Éclat métallique. Opaque.

Propriétés électriques. Thermoélectrique + ou — suivant les localités.

Composition chimique. La formule PbS correspond à la composition :

S......	13,4
Pb.....	86,6
	100,0

La galène renferme presque toujours de l'argent qui peut varier de plus de 1 °/₀, à quelques millièmes ou même à zéro. Aucun caractère extérieur ne permet de distinguer les galènes très argentifères de celles qui ne le sont pas; dans certains gisements, les galènes à éléments fins sont plus riches en argent que celles à grandes lames, mais ce fait n'est pas général. Les galènes argentifères sont de véritables minerais d'argent. On trouvera plus loin, aux articles locaux, la teneur en argent des galènes de quelques gisements français ; elle est souvent très variable, du reste, même dans un filon déterminé.

Les galènes pauvres en argent (*alquifoux*) sont parfois exploitées pour faire du vernis de poterie.

Il existe parfois aussi dans la galène de petites quantités de sélenium, de zinc, de cadmium, d'antimoine, de bismuth, de cuivre, et, peut-être même de platine (galène de la Charente, de Roudouhir en Hanvec (*Finistère*) (Bertrand-Geslin. *B. S. G.* IV. 164. 1833) et de l'Isère).

Propriétés pyrognostiques. Dans le tube ouvert, donne des vapeurs sulfureuses. Au chalumeau, sur le charbon, fond en dégageant de l'acide sulfureux, puis couvre le bord de l'essai d'un enduit de massicot (Pb O) et à quelque distance d'un enduit blanc de céruse, enfin donne un globule malléable de plomb. Décomposée par l'acide azotique concentré, avec dépôt de soufre et de sulfate de plomb.

Altérations. La galène est très altérable par les agents atmosphériques, aussi les parties superficielles des filons plombifères sont-elles le lieu d'élection de nombreux minéraux oxydés. Dans les gisements fran-

çais, la *pyromorphite*, la *mimétite*, la *cérusite*, plus rarement la *wulfénite*, l'*anglésite*, la *lanarkite*, la *linarite* (dans les gisements plumbocuprifères) sont les espèces que l'on trouve le plus souvent dans de semblables conditions. Elles se rencontrent en général au voisinage et souvent même à la place de la galène, aux dépens de laquelle elles se sont formées.

Ces minéraux sont parfois aussi enveloppés dans de la limonite caverneuse, résultant de la décomposition de la pyrite qui accompagne la galène, ou associés à la smithsonite et à la calamine produites par la décomposition de la blende. La fréquence de la limonite dans les parties oxydées de ces filons leur a fait donner depuis longtemps le nom de *chapeau de fer*.

L'argent mis en liberté par la décomposition de la galène argentifère s'isole parfois à l'état d'argent natif, de cérargyrite ou de bromyrite dans le chapeau de fer des filons plombifères (Huelgoat).

La transformation presque totale d'un gisement de galène en anglésite est un phénomène beaucoup plus rare et dont un seul exemple a été observé en France, à Pallières (*Gard*).

Il y a lieu de signaler en outre la présence assez fréquente de soufre natif formé dans les clivages de galène et particulièrement dans celle qui a séjourné longtemps à l'air sur des vieilles haldes de mines ; la galène ainsi altérée renferme naturellement un excès de soufre. Le nom de *johnstonite* a été donné autrefois à ces galènes sursulfurées.

Dans les gisements où la galène est associée à des minéraux cuprifères, il se produit souvent, à la surface des clivages de galène, des enduits bleus de covelline.

La galène forme parfois des pseudomorphoses de pyromorphite. Breithaupt les a désignées sous le nom de *plumbéine*, les considérant comme une espèce distincte. De magnifiques pseudomorphoses de ce genre dans tous les stades de leur formation étaient abondantes autrefois à Huelgoat.

Diagnostic. Les clivages, l'éclat, les réactions pyrognostiques ne permettent de confondre la galène avec aucun autre sulfure ; les réactions particulières du tellure et du sélénium différencient aisément le minéral d'avec les tellurures et séléniures de plomb isomorphes.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La galène est un des sulfures métalliques les plus abondamment répandus dans la nature. Elle se rencontre dans les conditions les plus variées ; je la considérerai successivement :

1° Dans les gisements métallifères ;
2° Dans les roches sédimentaires ;
3° Dans les fentes des roches éruptives ;
4° Dans les cipolins et les calcaires métamorphiques ;
5° Dans les sources thermales ;
6° Dans les houillères embrasées ;
7° Dans les produits métallurgiques.

La blende, la pyrite, la chalcopyrite, le quartz, la calcite, la barytine, la fluorine sont ses compagnons les plus habituels, la limonite, la panabase se rencontrent souvent aussi avec elles ; il s'y joint les minéraux oxydés dont il a été question plus haut, qui proviennent de sa décomposition.

1° *Dans les gisements métallifères.*

Je désigne sous ce titre général tous les gisements dans lesquels la galène se rencontre seule ou associée à d'autres minéraux métalliques pour constituer de véritables minerais.

Je diviserai ces gisements en deux catégories : la première comprend tous les filons à gangue quartzeuse ; la seconde les filons à gangue calcaire et les amas d'imprégnation, dans lesquels la galène est associée le plus souvent à des minéraux zincifères ; ces amas sont par suite analogues ou identiques aux gisements calaminaires (voir à *smithsonite*), ils établissent souvent le passage aux gisements d'origine sédimentaire.

Cette distinction est intéressante au point de vue minéralogique à cause de l'abondance de certains minéraux secondaires plus grande dans l'une de ces catégories que dans l'autre.

Il y a lieu de faire remarquer que les filons plombifères proprement

dits se trouvent dans les terrains peu attaquables, tels que les roches éruptives, les gneiss, les schistes et quartzites sédimentaires, alors que les amas calaminaires constituent des gîtes de substitution dans les calcaires seulement.

L'influence de la roche encaissante sur la richesse des filons est mise en évidence dans quelques gisements français où la galène est particulièrement abondante quand les filons sont en relation avec des roches éruptives (voir à Pontgibaud et Pontpéan).

Dans tous les gisements qui vont être passés en revue, le minéral plombifère originel est toujours la galène, et c'est exclusivement à ses dépens que se sont produits les minéraux plombifères oxydés, souvent assez abondants pour être exploités.

L'association de la pyrite et de la galène est fréquente, souvent en relation avec un enrichissement du minerai en argent. Aux affleurements, cette pyrite est altérée, transformée en limonite plus ou moins caverneuse. On a vu plus haut que c'est dans ce *chapeau de fer* des filons concrétionnés que l'on trouve en abondance les minéraux oxydés : *cérusite*, *anglésite*, *pyromorphite*, *mimétite*, *wulfénite*, etc. Ces derniers minéraux paraissent, au moins dans les gisements étudiés plus loin, beaucoup plus abondants dans les filons à gangue quartzeuse que dans ceux à gangue calcaire. C'est également dans cette limonite d'oxydation que se concentre souvent, à l'état natif, l'argent contenu dans la pyrite (Huelgoat, Nouvelle-Calédonie, etc.); l'argent s'y trouve aussi quelquefois à l'état de chlorure ou de bromure (Huelgoat).

α) *Dans les filons à gangue quartzeuse.*

Les filons à gangue quartzeuse peuvent être considérés comme le type des filons concrétionnés, ils sont de beaucoup les plus abondants, tantôt isolés,et tantôt groupés. Enfin, parfois, ils s'entre-croisent en grand nombre (Champs de fracture) (Vialas, etc), ou enfin se trouvent en veinules éparpillées dans les schistes (Pesey, etc).

La barytine et la fluorine sont souvent associées au quartz comme gangue; quand la barytine domine, le minerai est généralement pauvre (*alquifoux*). Fréquemment des filons presque exclusivement barytiques aux affleurements, deviennent très quartzeux et plus riches en profondeur (*Haute-Loire*).

Il existe une grande variété dans la disposition des matières minérales dans les filons plombifères. Tantôt elles se sont déposées le long de leurs parois (épontes), en produisant des zones alternatives de composition différente plus ou moins symétriquement distribuées par rapport à un plan longitudinal, tantôt le remplissage du filon est irrégulier et en partie constitué par des fragments de roches tombées des parois. Ces fragments sont souvent très altérés, transformés plus ou moins complètement en argile et cimentés par les sulfures qui forment quelquefois des enveloppes régulières autour d'eux. Les mines de Pontgibaud fournissent de bons exemples de ces filons bréchiformes. Le plus généralement, la blende est postérieure à la galène ; elle est elle-même recouverte par de la pyrite et de la marcasite (Pontpéan).

La galène et les autres sulfures sont inégalement distribués dans les filons ; parfois ils y forment des filets continus, le plus souvent ils constituent des amas, des mouches, ou enfin des colonnes riches, plus ou moins inclinées dans le plan du filon : à Pontpéan, par exemple, la galène est surtout abondante au mur du filon, les autres minerais à son toit.

Les filons concrétionnés quartzifères sont riches en cavités que tapissent de fort beaux cristaux des minéraux constituant les gangues (quartz, fluorine, barytine, etc.), les minerais (galène, blende, pyrite, chalcopyrite, etc.), et aux affleurements de cristaux des produits oxydés.

Les filons de galène des gisements français se rencontrent dans les diverses roches éruptives anciennes, dans les schistes cristallins, dans les formations paléozoïques, et l'on en connaît qui sont certainement postjurassiques ; les filons algériens sont plus récents encore.

La dissémination en France des filons plombifères est extrême. Il m'a paru inutile de faire le dénombrement complet de tous ceux qui ont été recherchés, cette énumération n'offrant aucun intérêt général en l'absence de documents minéralogiques spéciaux. Je ne m'occuperai que des gisements ayant fourni des cristaux étudiables, quelques particularités intéressantes, ou un intérêt économique réel.

Le lecteur qui serait intéressé par cette catégorie de filons trouvera des documents sur les gîtes exploités avant la Révolution dans les ouvrages suivants : Gobet, *Les anciens minéralogistes de France*, 1779 ; de Gensanne, *Hist. natur. du Languedoc*, 1776-79; de Dietrich, *Descr.*

des gîtes de minerais des Pyrénées et de l'Alsace, etc., 1786, et enfin pour les exploitations de ce siècle dans la partie administrative du *Journal des Mines* et des *Annales des Mines* qui lui font suite. J'ai, en outre, dans mon texte, renvoyé à quelques monographies spéciales, plus intéressantes, du reste, au point de vue de l'ingénieur qu'à celui du minéralogiste.

Normandie. — *Manche*. Un gisement de galène peu argentifère a été exploité à Pierreville. D'après les anciennes descriptions (*J. M.* II. 8. 1795), il semble que cette mine ait fourni de très beaux échantillons ; la galène y forme des amas au contact du calcaire et des schistes paléozoïques, la variété la plus commune est à grandes facettes, parfois fibrolamellaires. Des cristaux p, a^1, $p\,a^1$ y ont été trouvés, associés à de la blende brune, de la pyrite, de la smithsonite.

Ille-et-Vilaine. La mine de Pontpéan en Bruz, à 10 km. de Rennes, encore aujourd'hui exploitée, a été découverte en 1730.

Les filons à gangue quartzoargileuse coupent les schistes siluriens et sont en relation avec une diorite. Les minerais sont la galène, la blende, et des sulfures de fer (marcasite et pyrite).

La galène se trouve surtout en incrustations au mur du filon dont elle est séparée par une salbande argileuse ; la blende et la marcasite, au contraire, sont surtout abondantes au toit. La galène se trouve aussi en rognons au milieu du filon, englobant fréquemment des fragments des parois encaissantes.

Dans les échantillons que j'ai étudiés et que je dois, pour la plupart, à M. l'intendant militaire Pavot, la galène est fréquemment à grandes lames dépassant 5 centimètres d'arête : elle est souvent enveloppée par de la blende fibreuse (voir la fig. 4 de la page 526), ou enfin par une croûte de marcasite ; ses formes les plus habituelles sont a^1, $p\,a^1$ (fig. 2). Les variétés fibreuses et finement grenues sont rares à Pontpéan.

Romé de l'Isle a décrit autrefois des cristaux de galène provenant de ce gisement et ayant leurs angles arrondis comme par fusion ; M. Pavot m'a communiqué un échantillon de ce genre recouvert de petits cristaux de blende noire.

Il semble probable que cette mine a fourni, à un moment donné, des minerais d'argent. MM. Fuchs et de Launay ont fait remarquer, en

effet (*Traité gîtes miner.* II. 498), que la richesse en argent du minerai n'est pas constante et varie parfois en raison inverse de la teneur en plomb.

On verra plus loin la description des intéressantes pseudomorphoses de pyrrhotite en marcasite, en pyrite provenant de cette mine et dans quelques-unes desquelles lagalène prend une disposition régulière des plus remarquables.

Fig. 2.
Galène (forme commune).

La mine de la Touche près Vieuxvy, voisine de celle de Pontpéan, renferme une galène pauvre en argent avec de la blende, de la stibine et beaucoup de pyrite (ou marcasite). D'après M. Lodin, le filon serait pauvre quand il est encaissé par le granite et très minéralisé quand il suit la granulite.

Côtes-du-Nord. Des recherches ont été faites sur des filons de galène et de chalcopyrite à Carnoët et Plusquellet à l'est des mines du Huelgoat.

Les anciennes mines de Châtelaudren ont fourni surtout de la galène, parfois intimement mélangée à de la chalcopyrite, de la pyrite. On y a trouvé de beaux cristaux de galène (p et $p\ a^1$), des variétés fibreuses de ce minéral, de la smaltine, etc.

Finistère. Les mines de Huelgoat et de Poullaouen voisines l'une de l'autre, déjà exploitées sous Louis XIII, ont eu une grande célébrité au commencement de ce siècle ; elles sont malheureusement aujourd'hui abandonnées. Huelgoat compte parmi les gisements français les plus intéressants au point de vue minéralogique.

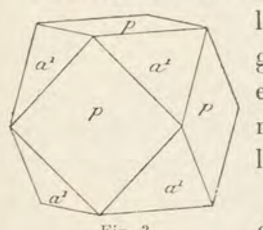


Fig. 3.
Galène (forme commune).

A Poullaouen, la galène se trouve dans des filons quartzeux traversant les schistes et grauwackes dévoniennes. Elle contient de 2 à 5 millièmes d'argent. La blende accompagnait toujours la galène, mais la proportion de ces deux minéraux était en raison inverse l'une de l'autre. Les types cubiques (fig. 3) et octaédriques (fig.2) de galène y ont été trouvés.

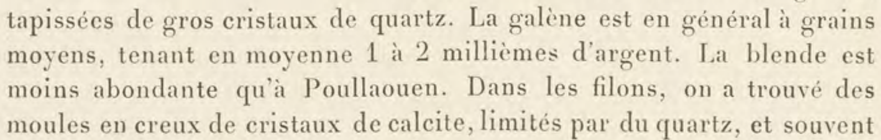
La collection Romé de l'Isle renferme un cubo-octaèdre constitué par le groupement à axes parallèles d'un grand nombre d'individus de même forme. Un autre échantillon de même origine est constitué

également par des cubo-octaèdres groupés à axes parallèles, mais ils présentent en outre la particularité de supporter à chacun de leurs angles octaédriques un cristal plus petit p a^1, très aplati suivant une face octaédrique. Ces petits cristaux ont la même orientation que le cristal central (fig. 4).

On a trouvé aussi à Poullaouen d'énormes cristaux aplatis suivant a^1 : ils constituent de larges lames gondolées à bords déchiquetés.

Fort peu de minéraux secondaires (pyromorphite, cérusite) ont été trouvés dans cette mine (galerie Carnot), contrairement à ce qui a lieu à Huelgoat, distant seulement d'environ 4 kilomètres, 5.

Fig. 4.
Groupement régulier de cristaux de galène de Poullaouen. (*Photographie grandeur naturelle.*)



A Huelgoat, les filons de quartz, coupant le granite, la granulite, les schistes dévoniens et carbonifères, s'enrichissent dans les roches dures, s'appauvrissent dans les schistes. Ils sont riches en géodes tapissées de gros cristaux de quartz. La galène est en général à grains moyens, tenant en moyenne 1 à 2 millièmes d'argent. La blende est moins abondante qu'à Poullaouen. Dans les filons, on a trouvé des moules en creux de cristaux de calcite, limités par du quartz, et souvent recouverts de blende fibreuse ou lamellaire, de pyromorphite, etc. La pyrite et la marcasite sont très abondantes, postérieures à tous les autres produits.

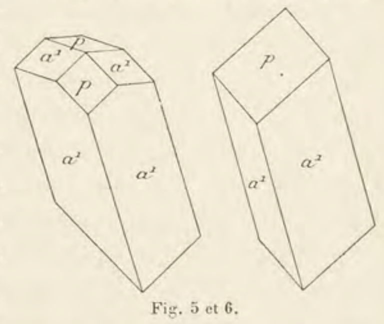


Fig. 5 et 6.
Cristaux de galène de Huelgoat, allongés suivant un axe binaire. Ils sont limités à leur partie inférieure par un clivage cubique et ont été dessinés à l'aide d'axes cubiques.

C'est particulièrement aux affleurements et au voisinage des failles que l'on a rencontré les terres rouges (oxydes de fer) très argentifères, contenant des cristaux d'argent natif, de bromyrite, de cérargyrite ainsi que la plumbogummite et les magnifiques cristaux de pyromorphite, qui ornent toutes les collections.

On a vu page 345 que c'est à Huelgoat que la laumontite a été découverte dans des schistes calcaires coupés par les travaux de recherche de la mine.

Des détails intéressants sur cette vieille mine depuis longtemps inexploitée se trouvent dans les *Annales des mines* (Perdonnet. X. 253. 1846).

Les combinaisons de formes les plus habituelles des cristaux de galène de ce gisement sont p, a^1, $p\ a^1$. Les cristaux atteignent plusieurs centimètres. Les octaèdres sont quelquefois aplatis suivant une de leurs faces. Ils sont plus rarement allongés suivant un axe binaire et présentent alors une apparence orthorhombique (fig. 5), ou même monoclinique (fig. 6), par suite de la disparition d'une partie des faces devant exister normalement [1].



Fig. 7.
Galène en octaèdres arrondis de Huelgoat.
(*Photographie réduite d'environ 1/3.*)

On a trouvé aussi à Huelgoat des cubo-octaèdres maclés par accolement et allongés suivant un axe binaire.

La fig. 7 est la reproduction d'une photographie d'un échantillon de galène du Huelgoat (collection du Muséum) supportant de gros cristaux (pa^1) déformés et à faces arrondies par suite de l'existence de trioctaèdres très surbaissés ; il est possible que ces faces se soient produites par corrosion et dissolution partielle des cristaux qui les présentent.



Fig. 8.
Prismes hexagonaux de pyromorphite épigénisés par de la galène, Huelgoat. (*Photographie grandeur naturelle.*)

La mine du Huelgoat, si riche en magnifiques cristaux de pyromorphite atteignant parfois plusieurs centimètres de longueur, a fourni de très belles pseudomor-

1. L'existence de semblables cristaux de galène pseudorhombique peut être un argument en faveur d'une interprétation semblable de l'acanthite, regardée comme dimorphe de l'argyrite.

phoses en galène de ce minéral (fig. 8). Tantôt le prisme hexagonal de pyromorphite est entièrement remplacé par de la galène grenue, tantôt il a été seulement recouvert d'un enduit de galène, puis il a été postérieurement dissous, de telle sorte que la pseudomorphose est creuse (voir à *pyromorphite*). Les échantillons de ce genre sont généralement associés à de la pyrite ou de la marcasite dont la décomposition a sans doute joué un rôle actif dans la production de ces épigénies.

La galène de Roudouhir en Hanvec est platinifère, d'après des essais faits autrefois à Huelgoat.

Morbihan. Des filons quartzeux renfermant de la galène ont été explorés sans succès à Saint-Maudez près Baud ; des filons analogues se trouvent aux environs de Sarzeau et de Pluméliau.

Des mouches de galène ont été rencontrées dans les filons stannifères de la Villeder (voir à *cassitérite*).

Loire-Inférieure. Les filons de galène de la Loire-Inférieure sont peu abondants et inexploités. On peut citer ceux du Crossac et du Pouliguen qui ont fourni de la galène à grandes lames.

Poitou. — *Vendée*. Des filons de galène à gangue quartzeuse ont été exploités en 1780 à l'Essart-en-Saint-Hilaire-de-Talmont.

Deux-Sèvres. Des filonnets de galène à grandes lames ont été exploités autrefois à Melle (Montagne de Saint-Pierre) ; ils sont à gangue quartzeuse et barytique et se trouvent dans les calcaires liasiques à *Pecten æquivalvis*.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Des filons de galène se trouvent à Saint-Pé (galène, blende et pyrite), à Héas, Gèdre, Gavarnie (concession de Coumély) (galène peu argentifère dans une gangue quartzeuse et barytique), à la Géla en Aragnouet sur la frontière espagnole.

Je signalerai comme document l'existence de filons plombifères dans le massif de Néouvielle, à quelques kilomètres au sud de la Piquette déras lids, car c'est là que Picot de Lapeyrouse a trouvé non seulement de la pyromorphite, mais encore l'harmotome décrite page 312.

Haute-Garonne. Des filons de galène ont été exploités à Pal de Raz ; la galène y est associée à de la blende, au lac glacé d'Oo (rives N. et N.-O. du lac). Dufrénoy signale une galène à clivages palmés de Bagnères-de-Luchon : cette structure est due sans doute à des macles secondaires.

Ariège. De très nombreux filons de galène se rencontrent dans les vallées du Salat et de ses affluents. Leur étude a été faite par M. Mussy (*Bull. Industr. min.* X. 1864). Ils se trouvent presque tous au voisinage du granite : je ne citerai que les suivants :

Dans la vallée du Garbet près d'Aulus, les mines des Argentières et de Laquorre se trouvent dans les calcaires paléozoïques ou à leur contact avec des schistes métamorphisés par le granite. Le gîte de Laquorre est remarquable par l'abondance de la cérusite et par l'existence de la lanarkite (voir tome III), minéraux qu'il a fournis autrefois. On ne trouve plus aujourd'hui sur les haldes que de rares fragments de galène grenue, de blende, de calamine et de smithsonite.

Ces gisements, qui sont voisins des filons à gangue calcaire de Pouech (voir p. 499), ont été exploités dès l'époque romaine et ont fait aux siècles derniers l'objet de travaux très actifs. Ils jouissaient autrefois d'une très grande réputation qui a fait qualifier la vallée d'Aulus d'Indes françaises (Malus in Gobet. *Anciens minéralogistes*. I. 129).

Les filons de Carbouère, dans la vallée d'Ustou, se trouvent dans les schistes siluriens, ils renferment de la galène, de la blende, de la smithsonite dans une gangue quartzeuse.

Pyrénées-Orientales. La galène, la blende argentifère, la chalcopyrite et divers autres minéraux argentifères se trouvent dans des filons quartzeux barytiques, riches en sidérose, à Lamanère. La collection de l'École des Mines renferme, sous l'indication Prades, une galène imprégnée de schalenblende et ressemblant beaucoup aux échantillons de Welkenraedt (voir à *blende*).

Corbières et Montagne Noire. — *Aude*. La galène a été rencontrée dans les localités suivantes sur lesquelles je n'ai pas de renseignements précis : Padern, Montgaillard, Cascastel,Lascombes, Escouloubre, Massac-Cédeillan, Duilhac, Embres, Davéjean, Les Costeils (près Maisons), las Corbes (ruisseau de Courtillon), le Cardou, Saint-Pancrasse, la Caunette, Villeneuve-les-Chanoines, Cabrespine.

Hérault. Des filons de galène se trouvent dans les localités suivantes : Rongas, Riols, Villeveyrac, Lamalou, Colombière, Le Pradal, Cazillac (environs de Ceilhes). Dans le catalogue de la collection de Strasbourg, des cristaux sont indiqués comme provenant de Ceilhes et comme présentant les formes a^1 $a^{1/x}$ p.

Tarn. A Lacabarède, se rencontrent des filons de galène, blende et

pyrite, remarquables par leur stérilité dans le gneiss et leur minéralisation au contact de la granulite.

Aveyron. L'Aveyron renferme un grand nombre de filons de galène à gangue quartzeuse; ils ont fait l'objet d'un mémoire de M. Boisse (*A. M.* II. 467. 1852) auquel je renvoie pour plus de détails.

Dans les nombreux filons du district de Villefranche, la galène est à éléments très fins, souvent intimement mélangée à la gangue quartzeuse et barytique ; elle est parfois accompagnée de bournonite (filon de Cantagrel), de nickelite (Gourniès, La Baume), de panabase, plus souvent de chalcopyrite, de pyrite ; la teneur en argent est souvent élevée et atteint 0,445 °/₀ à Penavayre. Une autre série de filons se trouve aux environs d'Asprières et de Peyrusse, la galène n'y est accompagnée que par un peu de pyrite et de chalcopyrite, de blende dans une gangue quartzobarytique. D'autres filons existent au Minier du Tarn et à Creissels ; ils sont souvent riches en minéraux cuprifères (chalcopyrite, bournonite, cuprite, etc.).

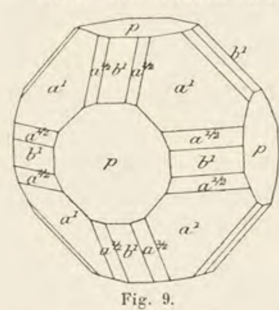


Fig. 9.
Galène de Mercoirol.

Gard. Les plus beaux cristaux français de galène que j'ai eu l'occasion d'examiner proviennent des filons de Rouveguère à Mercoirol près Alais ; ce sont des octaèdres de 4^{cm} de plus grande dimension, offrant en outre les formes p (100), a^1 (111) et $a^{1/2}$ (221), avec parfois pb^1 (fig. 9).

A la frontière de la Lozère se trouvent les mines de Saint-Sauveur-de-Pourcils, au sud de Meyrueis (*Lozère*), activement exploitées au siècle dernier, ce gisement a produit autrefois de beaux cristaux de cérusite.



Fig. 10.
Galène en cubo-octaèdres de Saint-Sauveur. (*Photographie réduite d'environ* 1/3.)

La fig. 10 représente un groupe de beaux cubo-octaèdres provenant de cette mine : il fait partie de la collection de Sage conservée jus-

qu'en 1825 à l'hôtel de la Monnaie et donnée à cette époque au Muséum.

Lozère. Les filons de galène argentifère à gangue quartzeuse et souvent barytique sont abondants dans la Lozère ; ils se trouvent particulièrement : 1° aux environs de Meyrueis et Gatuzières près de l'Aigoual ; 2° sur une ligne E.-O. allant de Cassagnas à Collet de Dèze et Portes (*Gard*) (notamment filon de Bluech-en-Saint-Privat de Vallongue) ; sur une ligne E.-O. allant de Florac à Chamborigaud et Peyremale (*Gard*) en passant par Cocurès, Bédouès, Pont de Montvert, Vialas, c'est-à-dire longeant le revers sud des monts Lozère ; 4° le long d'une ligne reliant Mende et Villefort (revers nord de la Lozère, Mazimbert, Peyrelade).

Pour plus de détails, je renvoie au mémoire de Lan (*A. M.* VI. 428. 1854) qui a montré que dans ces districts miniers, le type dominant de galène était d'un gris d'acier à grains fins, très argentifère (jusqu'à 600 gr. d'argent par 100 kg. de plomb d'œuvre) ; les galènes pauvres en argent augmentent en même temps que la barytine devient plus abondante dans les gangues.

Le même auteur a signalé en outre, dans cette région, un grand nombre de filons de galène à grandes lames (pauvres en argent), fréquemment accompagnées de chalcopyrite. Ils sont très riches en barytine.

Je dois à l'obligeance de M. Fabre la communication de très jolis cristaux de galène irisée provenant du Valat de Challonge à Villefort ; ils présentent la forme pa^1, avec faces courbes. Je n'ai vu aucun autre cristal de galène provenant de ces gisements. Les mines de Villefort ont fourni de beaux échantillons de fluorine, de chalcopyrite. On verra plus loin que les filons de Vialas renfermant la galène riche en argent sont à gangue calcaire, alors que les filons à gangue quartzeuse qu'ils accompagnent ne renferment que de la galène pauvre.

Ardèche. Il existe dans l'Ardèche de nombreux filons de galène ; les principaux sont les suivants : le Désert en Mayres (avec barytine), Mandonne en Jaujac galène à grandes facettes (avec barytine) ; Brossain (avec chalcopyrite, pyrite, blende, barytine) ; Lavaud en Vinzieux, Souiller en Savas, Balais en Talencieux, Gravières, le filon de l'Échalette Thines (cristaux pa^1, avec blende), Sainte-Marguerite, Lafigère, les Nonières, le Creux de Layre, le Pouzat, Rompon près les bains de Celles, etc.

Les filons de Notre-Dame de Laval et de Largentière se trouvent dans les calcaires du trias, ceux de Rouverge dans les micaschistes; ce dernier gisement a fourni de beaux cristaux dans lesquels la forme dominante était, paraît-il, le rhombododécaèdre.

A la limite de la Loire, La Combe de Roussin est une arête granitique allant de Saint-Marcel d'Annonay à Saint-Pierre-le-Bœuf, elle a une longueur d'une dizaine de kilomètres. Elle renferme de nombreux filons de galène (filons de la Pause, d'Etheize, des Égats, etc.), exploités au siècle dernier. Ils renferment de la galène, de la blende et de la pyrite très inégalement distribuées dans une gangue de quartz, de barytine et de fluorine. Ces filons font partie de la concession de Saint-Julien-Molin-Molette (*Loire*). (Pour l'historique de ces mines, voir Grüner. *Descr. géol. Loire*. 210).

Haute-Loire. Les environs de Brioude, Brassac et Langeac renferment de nombreux filons quartzeux barytiques et plombifères qui ont été décrits par Dorlhac (*Bull. Soc. Industr. minér.* VIII. 1862) au mémoire duquel je renvoie. Ils renferment parfois de la fluorine (Aurouze et Allègre) et ont souvent été exploités pour la barytine. Les filons d'Aurouze près Paulhaguet présentent la particularité d'avoir aux affleurements une gangue presque exclusivement barytique qui devient quartzeuse en profondeur; ils sont stériles au point de vue de la galène, quand la gangue n'est pas quartzeuse. Le seul échantillon cristallisé de cette région, que j'ai eu entre les mains, provient de Lavoûte-sur-Loire près Langeac; il est constitué par les formes $p\,a^1$.

Cantal. La galène de Casaret près Saint-Santin Cantalès est à petits grains; elle est mélangée d'un peu de pyrite, de chalcopyrite et de blende. Elle est riche en argent, d'après les essais de Berthier (*A. M.* IX. 534. 1836), elle contient, en effet, jusqu'à 0,0116 °/₀ d'argent; suivant Becquerel, elle serait même aurifère.

Corrèze. La galène s'est rencontrée en octaèdres dans les fentes de la granulite à deux micas coupée près d'Ussel par le chemin de fer de Tulle à Clermont. Elle est enveloppée dans une argile grise.

Les filons de galène de Chabrignac ont une gangue quartzeuse et calcaire; ils coupent les schistes cristallins, le houiller, les grès permiens ou triasiques qu'ils ont imprégnés de galène et de pyrite. Ce gisement établit le passage entre les filons proprement dits et les gîtes sédimentaires. La galène de Chabrignac est pauvre en argent,

elle n'en renferme que 8 gr. à 30 gr. par 100 kg. de plomb d'œuvre.

De nombreux autres gisements ont été fouillés, sans grand succès du reste, à Argentat, Auriac, Ayen, Mercœur, Monestier du Port-Dieu, Meilhac, Nonards, Ribeyrol, etc.

Haute-Vienne. D'assez nombreux gisements de galène se trouvent dans le Limousin, notamment entre Glanges et Vicq (Cibœuf, Fargeas), etc. (voir : Barret. *Géol. du Limousin*. 180. 1892).

Charente. Aux environs de Confolens, se trouvent les mines de Chelonies et d'Alloue dans lesquelles la galène s'observe en filons dans le jurassique et les arkoses triasiques; il existe en outre de la blende brune, de la cérusite argentifère. A Alloue, on rencontre de la smithsonite; les cristaux de galène sont des cubes, des cubo-octaèdres ou des octaèdres. La gangue est une roche siliceuse noire. A Chelonies, la gangue est un jaspe rouge, mélangé d'une sorte de montmorillonite; la galène est à grandes facettes. Tous ces gisements sont voisins du granite, il en est de même de ceux du Menet, de Montbron, etc.

Lot. A Combecave près Figeac, il existe dans les calcaires liasiques des filonnets de quartz et de barytine contenant de la galène et de la smithsonite.

Creuse. Un filon quartzeux de galène avec calcite, pyrite, cérusite a été recherché à Mornat près Ahun (0,0015 à 0,002 d'argent), et dans quelques autres localités de ce département (Bellegarde, Baboneix, Bosmoreau).

Puy-de-Dôme. La principale région plombifère du Puy-de-Dôme est située aux environs de Pontgibaud. Les mines forment deux groupes, le premier, à environ 5 km. au-dessus de la ville, comprend les mines de Roure, de Rosiers, de la Brousse et enfin de la Goutelle. Le second à la même distance de Pontgibaud, mais au-dessous, est constitué par les exploitations de Barbecot, de Pranal et les anciennes exploitations de Chalusset et des Combres. M. Lodin, qui a décrit ces mines en détail (*A. M.* I. 389. 1892), a montré que leurs filons sont toujours stériles quand ils sont encaissés dans les gneiss ou les micaschistes et qu'ils deviennent riches dans la microgranulite et la granulite. La galène s'y trouve en cristaux et en masses lamellaires ou grenues.

Les cristaux sont des cubes à Chalusset ; à Pranal, la forme dominante est l'octaèdre régulier a^1 (111) souvent associé à p, b^1, $a^{1/2}$ (221).

Les octaèdres de Pranal présentent très fréquemment la macle du spinelle par accolement ou par pénétration. (fig. 14). Ils tapissent souvent des géodes de grande dimension et fournissent de beaux échantillons de collection à faces très réfléchissantes. La fig. 15 représente la photographie d'un groupe de ces macles.

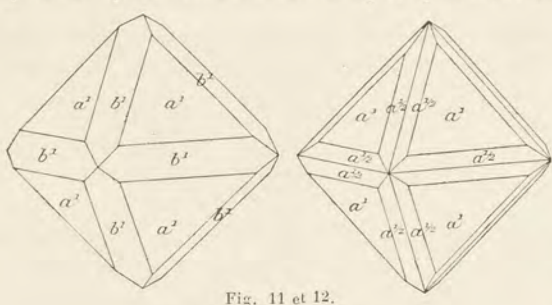


Fig. 11 et 12.
Galène de Pontgibaud.

Des pseudomorphoses de pyromorphite en galène ont été trouvées à Pranal.

La galène est plus ou moins argentifère suivant les filons; 0,1587 °/₀ à Roure, 0,22 °/₀₀ à la Brousse ; 0,1325 °/₀₀ à Barbecot (Gonnard, *op. cit.*, 132); certains échantillons donnent jusqu'à 0,8 °/₀ d'argent.

Les principales gangues sont le quartz, la barytine. On trouve aussi de la pyrite à Roure, de la cérusite, de la pyromorphite, de la mimétite à la Brousse, de la panabase et de la bournonite à Pranal ; la blende est abondante à Barbecot et à Pranal, etc.

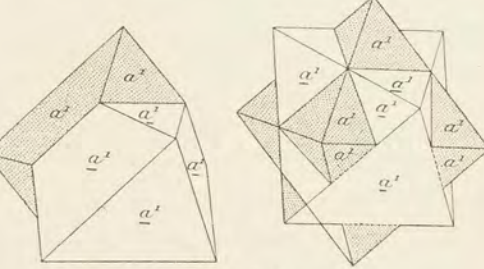


Fig. 13 et 14.
Macles suivant a^1, par accolement (fig. 13), par pénétration (fig. 14).

De nombreux autres filons de galène existent dans le département : Saint-Amand-Roche-Savine, Auzelles, Montnebout, Joursat en Singles, Surlandes près Jumeaux, Courgoul, Sauriers, Voissières en Chambon, ravins de la Miouze en Banson (avec chalcopyrite), La Rochette, Masboutin et Youx près Montaigut, etc.

Loire. Les filons de Saint-Julien-Molin-Molette (Combe-Noire, Revoire, etc.), se trouvent sur le prolongement de ceux de la Combe-de-Roussin (voir à Ardèche, page 486) et dans la même concession.

Ils présentent les mêmes particularités. Je n'ai examiné qu'un échantillon de ce gisement : il est constitué par des cubo-octaèdres de galène associés à des cubes de fluorine jaunâtre.

Grüner (*Descr. géol. Loire.* 454) a examiné de très nombreux filons de galène existant dans ce département : ils renferment, pour la plupart, de la blende et de la chalcopyrite. Ils se trouvent aux environs de Roanne dans les vallées de l'Aix (Saint-Martin-la-Sauveté, etc.), de Saint-Thurin et de la Loire. Leur gangue est le quartz et la barytine ; ils ne présentent rien d'intéressant au point de vue minéralogique et sont inexploités aujourd'hui.



Fig. 15.

Photographie d'un échantillon de quartz de Pontgibaud supportant des octaèdres de galène maclés par pénétration. (*Grossissement d'environ deux fois.*)

Drian signale des cristaux p et $p\,a^1$ recouverts de quartz dans le filon de Pont-la-Terrasse près Doizieux.

Enfin une mention spéciale est due au gisement de la Pacaudière, malheureusement abandonné. Il consiste en un puissant filon quartzeux et barytique traversant la microgranulite ; la galène y est associée à divers minerais cuivreux ; chalcosine, érubescite, chalcopyrite. Le chapeau de fer du filon était particulièrement intéressant, à cause de l'abondance de la cérusite, de la chrysocole, parfois imprégnées d'argent natif. Les échantillons que j'ai étudiés m'ont été obligeamment communiqués par M. Manhès.

Rhône. De nombreux filons plombifères se rencontrent dans le Beaujolais et notamment dons les localités suivantes : les Ardillats, Monsols, Chenelette (la Nuissière), Claveysolles (Longefay), Poule, Propières, Saint-Didier près Beaujeu, Vernay, Quincié, Monchamps, Vaux, etc. La gangue est le quartz, associé, soit à de la barytine, soit enfin à de la fluorine. A Montchonay en les Ardillats, la galène est accompagnée par beaucoup de panabase, par de la chalcopyrite, de l'argent natif, de la chalcosine, etc.

Les gisements de cette région que j'ai beaucoup étudiés depuis l'abandon de leur exploitation sont surtout remarquables par l'abondance des minéraux oxydés, pyromorphite, campylite, plumbogummite, wulfénite, cérusite, etc., qui seront étudiés à leurs articles respectifs. La galène s'y est présentée tantôt sous forme finement grenue, tantôt sous forme de masses largement clivables (5 à 6 centimètres suivant une arête cubique). La teneur en argent dépasse rarement 25 gr. par 100 kilogrammes.

Drian a cité dans ce département d'autres gisements moins importants : le Valetier au S. de Tarare (avec mispickel), la Poya près la Flachères dans la vallée d'Azergues, Chaponost (mouches dans la barytine, etc.). Enfin la galène s'est trouvée comme accident dans la chalcopyrite de Sain-Bel et de Chessy, à Lantigné dans la mine de magnétite, etc.

Saône-et-Loire. Dans l'Autunois, les filons abandonnés de Saint-Prix-sur-Beuvray méritent une mention spéciale à cause des minéraux oxydés (mimétite, cérusite, etc.) que renferment leurs haldes. Les travaux du tunnel du Bois Clair près Cluny ont coupé des filons quartzeux avec galène, pyromorphite, wulfénite, etc.

Allier. Des filons quartzeux renfermant de la barytine et quelquefois de la fluorine, de la galène, se trouvent à la Prugne près de Nizerolles, à Marcillat et aux moulins de Couteliers en Cusset.

Cher. Des filons de galène et de chalcopyrite ont été explorés autrefois à Beaumerle près Château-Meillant et à Urcières ; ils se trouvent dans les micaschistes.

Nièvre. Les filons abandonnés d'Arleuf ont fourni en abondance des minéraux oxydés intéressants, pyromorphite, wulfénite, que j'ai pu examiner, grâce à l'obligeance de M. Bougier. D'autres filons de galène existent à Chitry, Saint-Frangy, etc.

Vosges. — [*Lorraine*]. La galène a été trouvée en petite quantité avec blende dans les filons d'hématite de Creutzwald.

[*Alsace*]. La galène fait partie constituante des filons d'Urbeis, de Lalaye, d'Orschwiller et du Katzenthal près Lembach. Ce dernier, qui traverse les grès des Vosges était exclusivement ferrugineux aux affleurements; ce n'est qu'en profondeur que l'on a rencontré des minerais plombifères, surtout constitués par de la cérusite argentifère et de la pyromorphite, de la barytine, de la calamine, avec un peu de galène, etc.

Vosges. La galène était le principal minéral exploité à la Croix-aux-Mines ; les variétés grenues à grands et à petits éléments s'y sont rencontrées mélangées à de la blende, de la panabase, de la pyrite, de la chalcopyrite, de la chloanthite, de la sidérose, de la dolomie, de la calcite. Les cristaux nets sont constitués par des cubes ou des cubo-

octaèdres parfois allongés suivant un axe quaternaire (fig. 16); les mines de la Croix sont célèbres par leurs cristaux de cérusite et de pyromorphite qui seront décrits dans le tome III : la collection d'Haüy renferme un octaèdre isolé provenant de ce gisement.



Fig. 16.

Galène allongée, suivant un axe quaternaire (La Croix-aux-Mines).

Des cristaux cubiques nets de galène se trouvent à Lusse dans une gangue de barytine et de limonite.

Haute-Saône. Les filons de Plancher-les-Mines renferment de la galène dans une gangue de quartz et de fluorine. De forts beaux cristaux cubiques y ont été trouvés jadis, associés à des cubes de fluorine, de la pyrite et de la calcite. Le même minéral a été trouvé à Ternuay, Fresse, Saint-Bresson, Faucogney.

Belfort. Les filons de Giromagny et d'Auxelles-Haut sont riches en galène argentifère, associée à de la chalcopyrite, de la pyrite, de la blende et de la fluorine. De beaux cristaux $p\,a^1$ ont été rencontrés, notamment dans les mines de Saint-Daniel, à Giromagny ainsi qu'à Lepuix.

Dans les recherches récentes d'Auxelles, on a trouvé des cristaux de galène cristallitiques, implantés sur du quartz et offrant la



Fig. 17.

Médaille frappée en 1806 avec l'argent de la mine de Pesey.

plus grande ressemblance avec ceux qui sont décrits, page 501. Ils en diffèrent cependant en ce que les cavités des trémies sont vides et ne renferment ni blende, ni smithsonite.

M. Meyer a trouvé sur les haldes du Solgat (Giromagny) de la galène altérée riche en soufre libre.

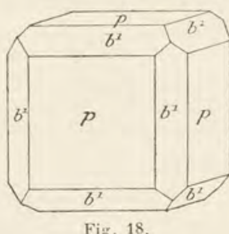
Alpes, *Massif du Mont Blanc*. — *Haute-Savoie*. De très beaux cristaux cubiques de galène ont été trouvés avec argyrite, bournonite,

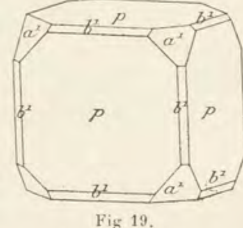
chalcopyrite, etc., dans les mines de Roissy ; le même minéral accompagnait, en rhombododécaèdres b^1 (110), la panabase, la sidérose et la barytine dans la mine de Pormenaz près Servoz (voir à *bournonite*).

La galène s'est rencontrée avec blende et pyrite aurifère dans le filon quartzeux de Vaudagne, au S.-O. de Servoz, ainsi qu'à Sainte-Marie-aux-Fouilly.

Les schistes cristallins du massif du Brévent sont traversés par des filons contenant de la galène, de la blende, de la panabase, de la bournonite, de la chalcopyrite dans une gangue de quartz, de barytine et de calcite. Le minerai brut renferme 160 gr. d'argent à la tonne.

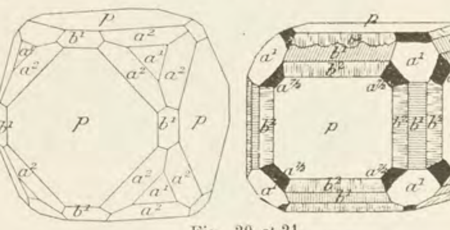
Savoie. La plus célèbre des mines savoyardes est celle de Pesey en Tarentaise. Découverte en 1714, elle a été exploitée jusqu'en 1812.


Fig. 18.
Galène de Pesey.


Fig 19.
Galène de Pesey.

L'an 10 (1802), on eut l'idée originale d'y installer une école des mines dont le directeur fut Schreiber. Mais l'école ne fut établie qu'à 20 kilomètres en aval, à Moutiers, le gisement de Pesey se trouve en effet à 1580^{m} d'altitude, au pied du glacier de Pepin.

La fig. 17 est la reproduction d'une médaille frappée à la Monnaie de Paris en 1806, avec l'argent de la mine de Pesey et offerte à Napoléon Ier par le Conseil des Mines au nom de l'École des Mines du Mont-Blanc. La mine de Pesey a été ouverte sur un filon couche, situé dans le permien. La galène à grains fins (ayant jusqu'à 210 gr. d'argent pour 100 kg. de plomb), imprègne une gangue schisteuse dans laquelle elle forme aussi des filets et des nids.


Fig. 20 et 21.
Galène de Pesey.

Cette mine a fourni de belles géodes, tapissées de magnifiques cristaux de galène, de barytine, de gypse, de bournonite, de quartz, de dolomie, d'albite, de gypse. On a trouvé, en outre, dans ce gise-

ment, de l'anhydrite, de la proustite. Je renvoie pour la description de ces minéraux à leurs articles respectifs.

J'ai eu entre les mains de beaux cristaux de galène de Pesey atteignant 4^{cm} d'arête (collection Haüy) ; les formes dominantes sont p (100), souvent avec b^1 (110), a^1 (111), a^2 (211) (fig. 18 à 20) ; ils sont implantés dans des géodes avec des cristaux de quartz, de dolomie, de gypse.

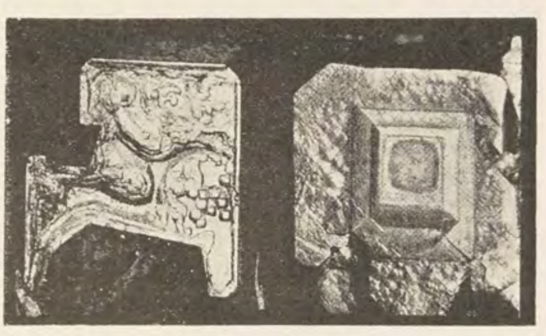


Fig. 22 et 23.

Photographies d'une face p de la galène de Pesey (fig. 22), et du Derbyshire (fig. 23), montrant des empreintes en relief correspondant à un trioctaèdre (fig. 22) et à un cube pyramidé (fig. 23) très surbaissés : la figure 23 doit être tournée de 45° pour occuper la même orientation que la figure 2.

Je dois à l'obligeance de M. Seligmann la communication d'intéressants cristaux isolés de galène de ce gisement. L'un présente la forme b^2 (210), associée au cube, ses faces sont irrégulières et portent des stries profondes, perpendiculaires à leur intersection avec b^1 (110) ; les faces de cette dernière forme présentent des stries analogues, mais plus fines : il existe aussi des faces a^1, largement développées et irrégulièrement bordées par des faces arrondies plus voisines de $a^{7/2}$ (722), que de a^3 (311) (fig. 21).

Un cristal du même gisement est à faces octaédriques brillantes, tandis que les faces cubiques sont ternes et creuses ; elles montrent des bosselures irrégulières et des figures nettes constituées par des trioctaèdres très surbaissés. La fig. 22 est la reproduction d'une photographie d'une face cubique de ce cristal grossie deux fois. A droite (fig. 23) se trouve la photographie d'une face cubique d'un cristal de plus grande taille (à faces p dominantes avec de petites troncatures a^1), offrant des accidents analogues, mais dont les figures en relief correspondent à des cubes pyramidés : cet échantillon vient du Derbyshire.

Quand la mine de Pesey fut épuisée, Schreiber attaqua celle de Macot près Aime, située à environ 10 km. de la première ; cette mine n'a été fermée qu'en 1866. Les filons se trouvent dans les schistes lustrés ; la galène est à petites facettes, elle est mélangée à du quartz, de la barytine et parfois à de la panabase ; les cristaux de galène de Macot présentent les formes p, b^1 et $p\ a^1$.

Les mines de Largentière, dans les quartzites de la gorge du Fournel, ont une gangue quartzeuse et barytique ; la galène est à grains fins et renferme 0,003 d'argent.

La mine de Sarrazin, au-dessous de Modane, sur la montagne de N.-D. Charmeix près les Fourneaux, a fourni une galène à petites facettes (0,0012 d'argent) avec chalcopyrite et panabase, quartz, calcite, blende. Il existe en Savoie diverses autres mines notamment aux environs de Saint-Jean-de-Maurienne (Bonvillard, etc.), pour lesquelles je renvoie au mémoire de Lelivec (*J. M.* XX. 460. 1806).

Isère. Des galènes aurifères ont été signalées (Gueymard. *Statis. minér. Isère.* 1844.) dans différents gisements de l'Isère. Voici les principaux : filon de Pontraut au-dessus d'Oz et de Vaujany (244 gr. 572 d'argent et 2 gr. 884 d'or par 100 kg. de plomb) ; filon du Molard en Allemont, exploité en 1785 (122 gr. 286 d'argent et 2 gr. 254 d'or par 100 kg. de plomb).

Le filon aurifère de la Gardette renferme de la galène en très grandes lames qui est parfois absolument imprégnée d'or natif et contient des aiguilles de polycrase (voir page 422).

D'après Gueymard, la galène de Montjean, au-dessus de Vaulnaveys, est platinifère.

Les filons d'Oulles ou de l'Infernet renferment un peu de barytine dans un quartz peu cristallin ; la galène à petites facettes y est accompagnée de cristaux de panabase.

La collection du Muséum possède un échantillon de galène pa^1, associée à des cristaux de pyrite et à du quartz, et provenant d'un filon situé à Fresney d'Oisans.

Des filons plombifères ont encore été signalés à la Fare, entre le Buisson et Allemont, aux mines de Séchilienne (avec blende et panabase argentifère), au mas des Ramiettes et de la Genevaisa en Theys, et aux différentes mines des environs d'Huez (avec sidérose et blende).

Les grès houillers de Peychagnard sont traversés par de petites veines de quartz et de dolomie renfermant de magnifiques cristaux de galène (p a^1), associés à la bournonite qui sera décrite plus loin.

Au Pey et au Grand-Tarmet en Lavaldens, la gangue de la galène est surtout barytique ; à la Combe de l'Ours en Livet et en Gavet

ainsi qu'à la Combe du Lac et au ravin d'Entraigues la galène est associée à de la chalcopyrite.

Enfin je citerai, en terminant, le gisement de Laffrey (la Longerolle, la Peyrère, le Grand Lac) dans lesquels le minéral principal est la blende (voir à *blende*). Des filons à gangue quartzeuse s'y observent dans les calcaires liasiques ; ils renferment de la galène, de la blende, de la panabase, de la sidérose, quelquefois de la chalcopyrite (La Fayolle) ; ces minéraux se présentent en cristaux très nets, directement implantés sur le calcaire et associés à des cristaux de dolomie, de calcite, de quartz. Le type dominant dans les cristaux, parfois fort beaux, de galène est l'octaèdre régulier avec ou sans p et b^1. Ils sont associés à des cristaux transparents de blende, parfois des aiguilles de stibine, et constituent de magnifiques échantillons de collection. Le Muséum possède une superbe géode de ce genre provenant du Grand Lac. A côté de cristaux brillants de galène, se trouve un octaèdre du même minéral à faces ternes, couvert de cristaux de cérusite. C'est probablement de l'un de ces gisements que provient l'échantillon représenté par la figure 24 (collection de l'École des Mines), c'est une galène à grandes lames montrant une pegmatite de galène dans galène. Les clivages p contigus des deux individus font entre eux un angle de 150° environ.



Fig. 24.

Photographie d'un clivage de galène des environs de Vizille, montrant une pegmatite de galène dans galène. L'un des individus est éclairé, l'autre éteint.

De nombreux filons de galène, généralement associés à de la blende, dans une gangue quartzeuse et barytique, ont été exploités à diverses reprises aux environs de Vienne (filons de la Poype, de Saint-Just, de Saint-Christ, etc.). A la Poype, de gros cristaux de galène ($p\ a^1$) sont parfois recouverts de cristaux de quartz ; la blende est plus abondante que la galène.

Hautes-Alpes. Les mines de Grand-Clos près la Grave (filons de

Pisse-Noire, de Grande-Balme, de l'Escarcelle, de Javanelle, de Colombier, etc.), sont célèbres par leur situation. Les filons, coupés par la Romanche, se dressent en effet avec une régularité schématique sur une falaise de micaschistes qui n'a pas moins de 800^{m} de hauteur. La galène argentifère est engagée dans une gangue quartzeuse. Les explorations abandonnées en 1880 ont fourni de magnifiques groupes de cristaux cubiques (avec ou sans a^1). Au Chazelet près La Grave, les calcaires liasiques sont traversés par des filonnets de quartz et de calcaire avec fluorine, et galène argentifère, renfermant, d'après Gueymard, 9 % de cobalt : la présence de ce métal paraît due à un mélange de cobaltine.

Dans la haute vallée de la Durance, se trouvent les mines de Château-Voux et de l'Argentière. Cette dernière est dans les quartzites triasiques; elle a été exploitée, pour la dernière fois en 1870, elle avait été explorée dès 1127. Je n'ai eu aucun échantillon provenant de ce gisement.

Dans le Valgodemar, au sud de la Chapelle (vallon de Navette), est situé le filon de galène du Pendillon ; ceux du village de Rip-du-Sap, à gangue de quartz et de barytine et ceux du Clot (filons Chanvetane et de la Touisse) se trouvent dans les gneiss.

Var. La galène a été exploitée à la mine de Vancroy près la Garde-Freinet, et à celles de Faucon l'Argentière près Cogolin (avec blende, fluorine, barytine, quartz); à la mine des Bormettes près Hyères (avec blende, bournonite, chalcopyrite), à celle de Rieille en Collobrières (avec blende dominante, bournonite, sidérose, chalcopyrite); dans les filons barytiques des Mayons de Luc, de Notre-Dame des Miramas (entre Grimaud et la Garde-Freinet) (avec blende), etc. Aux Bormettes la galène assez abondante à la surface, diminue en profondeur et devient en même temps pauvre en argent (1 kilogramme d'argent à la tonne de plomb d'œuvre au lieu de 1500 grammes), (voir à *blende*); elle forme des mouches ou des veinules dans la blende.

Corse. — Les filons d'Argentella se trouvent dans le granite. Les galènes les plus argentifères (490 à 815 gr. par 100 kg. de plomb d'œuvre) sont à grandes lames; elles sont localement (Ogliastrone) accompagnées de blende et de pyrite. Ces filons ont été exploités autrefois par les Génois.

A l'île Rousse, la galène est engagée dans une gangue de quartz et de fluorine. Le même minéral se trouve aussi dans les vallées du Tartaggine et de la Navaccia.

Algérie. — *Constantine*. Aux environs de Philippeville (Ouled-el-Hadj, Oued-Oudina, Oued-Bibi, El Monader), des filons de galène avec blende se trouvent dans le terrain cristallophyllien. Je n'ai pas de renseignements précis sur ces gisements que je place ici par analogie avec des gisements connus.

Oran. Les mines de Ghar Rouban (30 km. S. 7° O. de Lalla-Maghnia et de Sidi-Aramon), déjà exploitées à la période romaine, se trouvent principalement dans les schistes paléozoïques. La galène à grandes lames accompagnée de blende, parfois de chalcopyrite, est contenue dans une gangue de quartz et de fluorine. On rencontre parfois des cristaux nets ($p\,a^1$).

C'est dans les mêmes conditions que se présente le gîte d'El-Ary, à 20 km. E.-N. de Nemours.

Congo. Il existe au Congo des filons de galène ; je rappellerai ici que la dioptase de Mindouli (voir tome I) paraît se trouver au chapeau d'oxydation d'un filon contenant en profondeur, à la fois de la galène et des sulfures de cuivre : elle est du reste accompagnée de cérusite, de mimétite, etc.

Madagascar. Des filons de galène ont été indiqués dans le massif central de l'île, je n'ai pu recueillir sur eux aucun renseignement précis.

Nouvelle-Calédonie. — Dans la partie nord de l'île (vallée du Diahot) se trouvent d'épais amas, constitués par un mélange de galène argentifère, de blende et de pyrite. On observe aussi la galène en veinules dans les filons cuprifères (voir à *chalcopyrite*) de la même région.

Le gisement le plus intéressant à citer est la mine Meretrice ; dans les échantillons que j'ai eus entre les mains, je n'ai observé que des masses clivables à grains de dimensions variées, mais cette mine fournit aux affleurements de nombreux minéraux oxydés, souvent très bien cristallisés, tels que cérusite, anglésite, pyromorphite, et même en outre de l'argent natif, etc., englobés dans de la limonite terreuse ou scoriacée.

Tonkin. Des filons de galène à gangue quartzeuse ont été reconnus

dans diverses régions du Tonkin, les seuls échantillons que j'ai vus sont constitués par des galènes à grands clivages ou à grains fins sans forme cristalline distincte.

b) *Filons à gangue de carbonates.*

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Les mines d'Anglas, au-dessus de Gourette près les Eaux-Bonnes et celles d'Ar (Arre) ont été exploitées dans les calcaires dévoniens; on y trouve de la galène et de la blende (voir à *blende*). Je n'ai pas vu de cristaux de galène dans ce gisement abandonné aujourd'hui.

Des filons analogues à ceux d'Anglas se trouv nt à Bartèque, au S.-O. de Laruns : leur remplissage est surtout formé par de la blende, de la chalcopyrite et de la pyrite; mais on y trouve aussi de la galène à grandes lames (fig. 1).

La galène et la blende se trouvent en quantité plus ou moins grande dans tous les filons de sidérose exploités à la limite des Basses-Pyrénées et de l'Espagne (vallées de la Nive et de la Bidassoa) [la Bayonnette, Saint-Martin d'Arossa, Ainhoa, Baigorry] (voir à *sidérose*).

Hautes-Pyrénées. Les mines de Pierrefitte (ou de Courtes), au-dessus de la route de Cauterets et celles d'Estaing, sur le versant ouest de la même montagne, sont plus riches en blende qu'en galène et renferment un peu de barytine, il y existe aussi de la chalcopyrite : à Pierrefitte on trouve assez fréquemment une galène très finement fibreuse.

Haute-Garonne. De nombreux filons de galène avec blende dominante ont été exploités à la Coume-de-Ger, à Uls, à Melles, à Argut : ils appartiennent au même champ de filons que ceux des mines de Sentein (*Ariège*) et que ceux qui se trouvent en Espagne dans le *Val d'Aran*, notamment à Canejau (vallée du Toran) et au voisinage du port d'Urets ; toutes se trouvent dans les mêmes conditions géologiques.

Ariège. Le gisement de Sentein est exploité au quartier de Bentaillou, à une altitude de 1900 mètres; il se trouve au contact de calcaires et de schistes siluriens, les calcaires formant le mur. Il est creusé de poches remplies de blende, de galène, de calamine, etc. Les sulfures sont souvent engagés en amas ou en rognons dans des terres carbonatées renfermant en moyenne 35 °/₀ de plomb, avec souvent une assez grande teneur en argent. Au contact du calcaire, se trouve de la

smithsonite ou de l'hydrozincite mamelonnée. C'est dans des poches de ce genre qu'ont été trouvées autrefois de magnifiques stalactites de cérusite à structure fibreuse.

Dans la vallée d'Aulus, non loin des filons à gangue quartzeuse indiqués p. 483, se trouvent, sur les bords du Garbet de nombreux filons à gangue calcaire, filons de Lauqueille (Castelminier) et de Pouech-de-Guaff, renfermant parfois aussi de la sidérose, de la blende. Des travaux considérables ont été faits jadis sur ces filons.

Le filon de galène et de blende de Cadarcet (Moncoustant) se trouve dans les schistes dévoniens, au contact d'un trachyte (orthophyre). La galène est à très grandes lames ; elle est plus rarement fibreuse ; les solides de clivage atteignent 5 cm de plus grande dimension. Les cristaux nets sont rares et de grande dimension (pa^1), parfois superficiellement corrodés et recouverts de quelques petits cristaux de cérusite et de pyromorphite mamelonnée. La galène est fréquemment enveloppée par la blende. Les gangues sont constituées par de la calcite, de la dolomie (ankérite), de la sidérose, etc.; il existe aussi un peu de barytine et fort peu de pyrite.

La galène et la blende forment parfois de petits amas avec sidérose dans le gîte d'hématite de Rancié près Vicdessos.

Pyrénées-Orientales. C'est dans des conditions identiques que l'on trouve parfois la galène dans les gisements ferrifères des Pyrénées-Orientales.

Montagne Noire. — *Aude*. Les mines de la Caunette, à 14 km. de Carcassonne, dans la vallée de l'Orbiel (environs de Mas-Cabardès) sont ouvertes sur une série de filons dont les épais chapeaux de fer d'oxydation sont enchevêtrés et ont été longtemps exploités pour le fer. Ils se rencontrent dans les calcaires paléozoïques et ont une structure bréchiforme (Bernard. *A. M.* X. 597. 1897). Les plus récents sont riches en galène, mélangée à des oxydes de fer argentifères, à de la blende, de la pyrite, de la chalcopyrite. La galène à grains fins, ou compacte et rubannée, atteint 3 kg. 320 d'argent (aurifère) à la tonne de plomb. Ces filons à gangue de calcite et de sidérose sont orientés N. 20° O. Ils coupent des filons E.-O. remplis, les uns par de la blende, de la sidérose, de la calcite, de la chalcopyrite, les autres par de la sidérose blanche, avec quartz, panabase, argent rouge, etc. Les oxydes de fer du chapeau de ces filons sont très argentifères, et peuvent être comparés à ceux de Huelgoat.

Cévennes. — *Gard, Ardèche.* Dans les départements de l'Ardèche, de la Drôme et surtout du Gard, se trouve une série de gisements zincifères, situés au milieu d'assises sédimentaires, entre le trias et l'oxfordien. Ils sont essentiellement constitués par de la smithsonite, associée à de la galène, de la blende et de la pyrite.

Dans quelques-uns d'entre eux, l'exploitation a eu lieu d'abord sur la galène, qui n'y constitue plus actuellement qu'un minerai accessoire. Il faut citer, dans l'*Ardèche* : Saint-Cierge ; dans le *Gard* : les environs de Saint-Félix de Pallières, de Saint-Laurent-le-Minier, Les Malines, Fons, Avinière, et surtout Coste-Durfort. Dans ce dernier gisement, situé dans le lias, il existe des amas de galène à grandes facettes avec calamine, quelques mouches de blende blonde et beaucoup de fluorine blanche, rose ou violette.

Les mines de Saint-Félix de Pallières offrent une particularité remarquable, signalée par M. Parran (*A. M.* XV. 47. 1859) ; la partie supérieure de l'amas est constituée par de la pyrite, superficiellement transformée en oxyde de fer. La pyrite est remplacée en profondeur par de la galène. Au contact des deux sulfures, se trouve une zone épaisse dans laquelle la galène est transformée en anglésite compacte, mélangée à une terre jaune ; celle-ci est constituée par de la *pastréite* (voir tome III), avec du gypse, des grains de quartz, etc. A la mine Saint-Félix, la galène renferme des géodes de beaux cristaux d'anglésite et de cérusite. C'est cette même mine qui a fourni autrefois la *fibroferrite*. La galène de Saint Félix contient environ 130 gr. d'argent à la tonne de plomb d'œuvre ; l'anglésite est plus riche.

Lozère. L'étude approfondie du champ de filons de Vialas près Genolhac a montré à Rivot (*A. M.* VI. 1863) que dans ce remarquable gisement, aujourd'hui à peine exploité, il existait des filons de galène riches en argent (la teneur en argent atteint 0,70 °/₀) à gangue de calcite et de barytine rose, qui sont postérieurs aux filons quartzeux ou barytiques de la même région, dans lesquels la galène est toujours pauvre en argent.

Les mines de Vialas ont fourni de très beaux cristaux de calcite et de barytine et plus rarement de galène : dans ceux-ci l'octaèdre domine, avec ou sans petites faces cubiques. La mine de Villaret faisant partie de ce district a produit accidentellement les cristaux d'harmotome décrits p. 312.

Les filons de Vialas renferment, en outre, de la pyrite, de la blende, etc.

Tarn. La mine de Peyrebrune (ou du Dadou) est située à quelques kilomètres de Réalmont. D'anciennes galeries ont été creusées sur la rive gauche du Dadou (affluent de l'Agnet), sur le territoire de Montredon; celles qui sont actuellement exploitées se trouvent sur la rive droite de la rivière dans la commune de Lieux-la-Fenasse.

La galène est intimement mélangée à de la blende ferrifère. Le remplissage du filon est formé par de la calcite, de la dolomie rosée, de la sidérose (très abondante) et de la fluorine. On rencontre de très beaux échantillons montrant bien la nature concrétionnée du filon. Les couches concentriques ont, en général, la composition suivante, en partant de la paroi du filon : calcite avec zone de blende, de galène et de sidérose, puis sidérose, fluorine, pyrite, et enfin calcite en cristaux nets dans les géodes. Celles-ci sont aussi tapissées de cristaux de fluorine (voir à *fluorine*), de quartz, etc.



Fig. 25.
Photographie d'un clivage de galène de la mine de Peyrebrune. (Grandeur naturelle.)

La galène est surtout à très grands éléments : les solides de clivage de 5 centimètres d'arête ne sont pas rares ; ils ont souvent une surface palmée due à des macles secondaires de la zone pa^1; les bandes sont trop plissées pour que des mesures précises soient possibles (fig. 25). Les cristaux géodiques ne sont pas fréquents ; tous ceux que j'y ai recueillis sont des octaèdres réguliers avec de petites facettes p (100), b^1 (110) et $a^{1/2}$ (211) et plus rarement a^2 (211) ; enfin pour quelques-uns d'entre eux, les faces p sont remplacées par un trapézoèdre très surbaissé a^{40} (40. 1. 1) (fig. 26) ; ils ne dépassent pas $0^{cm},5$ suivant un axe quaternaire.

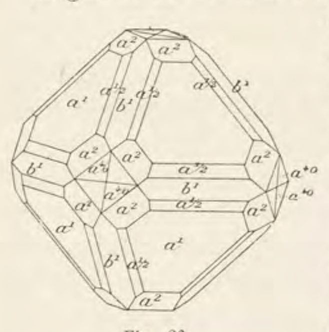


Fig. 26.
Galène de Peyrebrune.

Il existe aussi à Peyrebrune une variété de galène très compacte d'un bleu foncé. Enfin j'ai rapporté de cette mine des échantillons constitués par des cubes de galène entièrement cristallitiques, offrant les apparences curieuses des cristaux de sel gemme figurés plus

loin. Tous leurs intervalles sont remplis par de la blende concrétionnée superficiellement, transformée en smithsonite (voir à *blende*).

Les filons de Peyrebrune se trouvent au milieu des schistes siluriens ; ceux-ci sont traversés par des filons de diabase et des dykes de microgranulite.

Vosges. — [*Alsace*]. La galène est très fréquente dans les filons argentifères de Sainte-Marie-aux-Mines ; elle est souvent cristallisée et le plus généralement en cubo-octaèdres à faces irisées. J'ai aussi observé de petits cristaux de la forme a^1 b^1 $a^{1/2}$. La gangue la plus habituelle est la calcite ; à Surlatte, elle est formée par une roche argiloschisteuse riche en graphite.

Alpes. — *Isère*. La galène très argentifère a été rencontrée en masses granulaires, laminaires ou compactes dans la mine des Chalanches. Les cristaux y ont été parfois nets et variés de forme (p, $p\,a^1$, a^1) ; leur surface est souvent irisée. Les minéraux oxydés (cérusite, wulfénite, mimétite, pyromorphite) sont peu abondants dans ce gisement.

De jolis cristaux à faces brillantes de galène (pa^1), associés à de la blende lamellaire jaune ou verte, se rencontrent dans la sidérose de Saint-Pierre d'Allevard.

Hautes-Alpes. Des filons de galène à grains fins et à gangue calcaire se trouvent près de Champoléon (filon de Barbe noire).

Basses-Alpes. Ce département renferme dans le jurassique quelques filons de galène à gangue de calcite et de barytine, ils sont généralement fort irréguliers et pauvres en argent. Plusieurs d'entre eux ont été exploités au siècle dernier ; tous sont actuellement abandonnés. On peut citer les suivants : Naux en Saint-Geniez au N.-E. de Sisteron, et plus au S.-E. Auribeau ; Neyrac en Piegu, Barles, Curbans au pied de la montagne Aujarde, etc. Des filons analogues ont été trouvés dans le calcaire nummulitique à la Malune près Mourjuan (entre Allos et Barcelonnette).

Drôme. Il existe dans la Drôme des filons de galène fort analogues à ceux des Basses-Alpes et se prêtant aux mêmes observations ; on peut citer les suivants : le Rouet en Condorcet, Merylan, la Jalaye entre le Buis et Propiac (avec blende), les environs de Châtillon, etc. Le gisement de Condorcet est remarquable par une gangue riche en célestine (voir à *célestine*). Il renferme de la blende.

Algérie. — Il existe en Algérie un grand nombre de gisements de galène, à noter surtout à cause de leur âge ; tous les gisements métallifères de cette région sont, en effet, récents, souvent même tertiaires.

Aucun des gisements exploités n'a fourni, à ma connaissance, de galène intéressante au point de vue minéralogique. Les localités citées plus loin n'ont donc qu'un intérêt de statistique; leur liste est extraite de la notice minéralogique publiée en 1889 par le service des mines d'Algérie, on trouvera dans celle-ci l'indication d'un plus grand nombre de gisements ; je ne cite ici que les plus importants. Les renseignements contenus dans cette notice sont insuffisants pour me permettre de classer avec sûreté la plupart des gisements algériens dans les divisions adoptées dans mon livre. Je donne ici ceux qui sont sûrement ou probablement dans une gangue calcaire en faisant cependant, pour quelques-uns d'entre eux, des réserves sur la nature exacte de cette dernière.

Constantine. Au Djebel-Youssef (S. de Sétif), un gisement de galène se trouve dans l'aptien avec traces de cinabre et de chalcopyrite ; à Cavallo (ouest de Djidjelli), un filon de galène avec blende et pyrite a été exploité pendant quelque temps ; à Kandek-Chaou (21 km. S. de Collo), la galène, la blende et des traces de chalcopyrite se trouvent dans le nummulitique supérieur.

Les gisements du Djebel-Taya près Guelma sont dans les calcaires jurassiques, ceux des environs de Souk-Ahras (Ras-el-Arous) dans le pliocène, celui de Kef-Kanouna (avec calamine et cérusite, dans le sénonien, celui du Djebel-Frina, dans l'éocène inférieur et enfin ceux de Meslouba (à 37 km. 5° N.-E. d'Aïn-Beïda) (avec bournonite) dans l'aptien. Les filons de Sidi-Kambez près Philippeville paraissent avoir pour gangue de la sidérose et de la barytine, d'après les échantillons que j'ai eus entre les mains.

Alger. Il n'existe pas de gisement de galène important dans la province d'Alger; je citerai seulement l'Oued-Rehane (contact d'une rhyolite et du gault) et Zaccar-R'harbi (dans le néocomien) près Milianah ; l'Oued-Beni-Aza près Blidah (avec blende et chalcopyrite) dans les marnes cénomaniennes. La galène est associée à la smithsonite, la calamine, etc., au Djebel-Ouarsenis. Enfin au Belloua près Tizi-Ouzou, la galène associée à la blende et à la chalcopyrite, se rencontre en veinules dans les dolomies cristallophylliennes.

De jolis cristaux de galène (pa^1) ont été rencontrés dans les mines de cuivre de la région de Tenès (Oued-Allelah) au milieu de géodes de dolomie et de sidérose en même temps que les beaux cristaux de chalcopyrite qui seront décrits plus loin.

Oran. La galène est disséminée dans les calcaires et dolomies jurassiques de Tazouat près Saint-Cloud, dans les dolomies bathoniennes des environs de Saïda et de Kselna (à 28 km. N.-O. de Frenda). Des amas de galène ont été exploités dans les amas calaminaires du Mazis (ouest de Lalla-Maghnia) et du Djebel Filhaoucen (au S.-E. de Nemours).

Tunisie. — D'après les renseignements que m'a fournis M. de Fage, la galène se trouve en boules ou en veinules irrégulières comme accident dans les diverses mines calaminaires de la Tunisie énumérées plus loin (voir à *blende*), et notamment dans celles du Djebel-Reças [montagne de plomb] (dans le jurassique), du Djebel-Bou-Yuber et de Djebel-Slata (dans l'urgo-aptien), du Khanghuet-Kef-Tout et de Sidi-Youssef. Tous ces gisements ont été exploités pour la galène par les Romains qui laissaient la smithsonite dans les déblais.

2° *Dans les roches sédimentaires.*

a) *Dans les assises paléozoïques.*

La galène existe à l'état d'accident minéralogique associée à de la pyrite dans quelques gisements paléozoïques et souvent dans des gisements houillers ; c'est certainement là qu'il faut chercher l'origine de la galène sublimée citée p. 507 dans les produits de l'inflammation des houillères de la Ricamarie.

Flandre. — *Nord.* Des cubes de galène ont été rencontrés dans des géodes ou dans la masse du calcaire frasnien de la carrière du Château-Guillard en Trélon. Dans les géodes, ce minéral est associé à de la blende et à de la pyrite (Cayeux. *Ann. Soc. géol. du Nord*, XIX. 89. 1891). M. Gosselet m'a signalé le même minéral dans des roches carbonifères de Givet.

Bretagne. — *Mayenne.* De petits cubes de galène ont été observés par M. Kerforne dans les fentes des grès siluriens de Chaffenu au nord de Saint-Jean de Mayenne.

Anjou. — *Maine-et-Loire.* La galène se trouve en petite quantité dans le calcaire anthracifère de Montjean, dans les veinules à calcite, stibine et blende des calcaires dévoniens des environs d'Angers.

Pyrénées. — [*Aragon*]. La collection du Muséum possède un curieux échantillon étiqueté Bielle (*Pyrénées*), qui provient probablement des environs de Bielsa, dans la vallée de la Cinca, c'est un grès (grès rouge?) dont une fente est tapissée par de très jolis petits cristaux de galène en octaèdres ou cubo-octaèdres simples ou maclés et extrêmement aplatis suivant une face octaédrique (fig. 27). Ils ressemblent par suite à des rhomboèdres basés ; ils sont généralement implantés sur leur gangue de telle façon que la face d'aplatissement est plus ou moins perpendiculaire à celle-ci. Il existe bien, dans les Basses-Pyrénées, une mine de Bielle, mais on n'y trouve que de la sidérose, de la chalcopyrite et ces minéraux se trouvent au milieu de calcaires et non de grés.

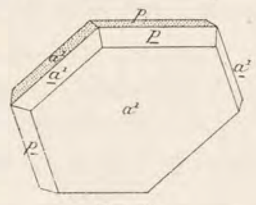


Fig. 27.
Macle suivant a^1 de la galène de Bielsa.

Plateau Central. — *Loire*. La galène a été trouvée accidentellement avec blende et barytine dans les rognons de fer carbonaté des mines du Treuil près Saint-Étienne.

Nièvre. La collection du Muséum renferme un échantillon de houille des mines de Decize à la Machine, contenant de la galène ; les formes dominantes sont p, $p\ a^1$. L'échantillon est très altéré par suite de la présence de pyrite en voie de décomposition.

Vosges. — *Haute-Saône*. La galène a été signalée dans les nodules de fer carbonaté du terrain houiller à Ronchamp et à Champagney.

b) *Dans les assises secondaires.*

La galène se rencontre en abondance dans les fentes des arkoses triasiques du Plateau-Central, avec blende, quartz, fluorine (voir à *fluorine*). On les trouve aussi dans quelques autres gisements.

Maine. — *Sarthe*. Des mouches de galène ont été trouvées dans le calcaire aux environs du Mans (collection du Muséum).

Poitou. — *Vendée*. Les calcaires jurassiques de Foussay, des environs de Fontenay (Fontaines, le Mazeau), ceux des environs de Chantonnay renferment quelquefois de petits nids de galène.

Vienne. Les calcaires jurassiques de Sauxais près Poitiers renferment de petites mouches de galène, associées à de la fluorine cubique.

Deux-Sèvres. Le même minéral a été rencontré dans de semblables conditions à Cours près Champdeniers et aux environs de Coulonges entre Mayné et Gatebourse, dans le lias des environs de Saint-Maixent (avec barytine et fluorine), etc.

Plateau Central. — *Gard*. Dans le gisement de Carnoulès ou de Saint-Sébastien d'Aigrefeuille, la galène imprègne les arkoses triasiques, sur une zone qui a été exploitée sur 5^{cm} d'épaisseur ; elle est associée à de la pyrite.

Nièvre, Saône-et-Loire. Les arkoses triasiques du Morvan et du Mâconnais renferment souvent dans leurs fentes de petits cristaux de galène p ou pa^1, associés à de la blende, de la pyrite, de la fluorine.

A Génelard, j'ai recueilli, dans le lias inférieur, des échantillons ligniteux, imprégnés de calcite à grandes lames, de blende, de galène et de pyrite.

Côte-d'Or. La galène n'est pas rare avec fluorine et barytine dans les arkoses de Sainte-Sabine, Remilly, Montlay, Thostes, Thoisy-la-Berchère, Semur, etc. Le même minéral se trouve avec pyrite dans l'infralias de l'Auxois (Beauregard) ; à Locour-d'Arcenay, on trouve des fossiles transformés en galène, en blende et en barytine.

Vosges. — [*Lorraine*]. La galène existe sous forme de mouches accidentelles dans les marnes du muschelkalk, dans ses dolomies, ainsi que dans l'oolithe ferrugineuse de la Lorraine.

Un gisement plus important, exploité au siècle dernier, se rencontre dans les assises inférieures du grès bigarré au Bleyberg, à Saint-Avold et à Hagarten-les-Mines. La galène argentifère y est disséminée irrégulièrement en nodules, produits par l'imprégnation locale du grès ; il existe aussi dans ces gîtes un peu de cérusite.

3° *Dans les fentes des roches éruptives.*

La galène, souvent associée à la blende, se rencontre dans quelques gisements de roches éruptives en cristaux parfois très nets.

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. Les fentes de la granulite de Miseri près Nantes, de Chantenay (carrière du petit Saint-Joseph) renferment parfois de très jolis cristaux p (100), a^1 (111) de galène, souvent allon-

gés suivant un axe quaternaire ; ils sont fréquemment accompagnés de blende et de fluorine.

Alpes. Massif du Mont-Blanc. — *Haute-Savoie.* M. Brun a trouvé (*B. S. M.* IV. 260. 1881) dans les fentes de la protogine du pied des Grandes Jorasses, sur le glacier de Leschant, un cristal de galène (pa^1) associé à du quartz hyalin. Ce cristal, du poids de 15 gr., possède un clivage octaédrique très net, il contient environ 1 °/₀ de sulfure de bismuth et une trace de fer.

4° *Dans les cipolins et les calcaires métamorphisés au contact des roches éruptives.*

Les cipolins des gneiss renferment parfois des mouches de galène qui y sont fréquemment associées à de la blende et jouent le même rôle que les micas ou les pyroxènes qui les accompagnent. Les cipolins de Mercus et d'Arignac (*Ariège*) sont particulièrement à noter à cet égard.

Les calcaires paléozoïques métamorphisés par les roches granitiques du pic du Midi de Bigorre (*Hautes-Pyrénées*) m'ont fourni, au-dessous de l'Observatoire, de beaux échantillons lamellaires de galène et de blende, accompagnés de malacolite et de grossulaire.

5° *Dans les sources thermales.*

Plateau Central. — *Allier.* La galène a été trouvée par Daubrée à la surface de tuyaux de plomb immergés dans le puisard romain de Bourbonne-les-Bains (voir à *panabase*) et sur les croûtes de phosgénite, formées par altération de ces mêmes tuyaux. De la cérusite et de l'anglésite ont été rencontrées dans les mêmes conditions.

6° *Dans les houillères embrasées.*

Plateau Central. — *Loire.* Des cristaux de galène ont été recueillis par Mayençon à la Ricamarie près Saint-Étienne dans les fentes des schistes houillers calcinés par les incendies souterrains (voir à *bismuthinite*). L'échantillon que j'ai examiné est constitué par de petits cubes mesurant environ $0^{mm}5$ d'arête: le même minéral s'y est rencontré en trémies.

7° *Dans les fonderies, etc.*

Les fonderies où l'on traite les minerais de plomb présentent parfois de magnifiques échantillons de galène obtenue par fusion ou sublimation. Cette galène se présente généralement en trémies. La fig. 28 représente un échantillon de ce genre, provenant de la fonderie de Couéron près Nantes : on en a trouvé aussi autrefois dans les fonderies de Poullaouen.



Fig. 28.

Trémies cubiques de galène. (Fonderie de Couéron). (Grandeur naturelle).

J'ai examiné des échantillons de la fonderie de Couéron près Nantes, dans lesquels le plomb métallique remplit toutes les cavités des trémies de la galène ; il joue donc le même rôle que la blende et la smithsonite dans les échantillons de Peyrebrune décrits p. 502.

De beaux échantillons analogues aux précédents ont pris naissance il y a quelques années, lors de l'incendie d'une fabrique d'acide sulfurique à Montluçon ; ils ont été produits aux dépens des chambres de plomb de cette usine. Les cristaux, sous forme de trémies, recouvrait de la galène lamellaire ou du plomb métallique.

Enfin, M. Gonnard a trouvé, dans de vieux creusets d'une cristallerie de Lyon, de beaux groupements en trémies de galène dont les interstices sont moulés par de la chalcopyrite (*B. S. M.* II. 186. 1879).

ARGYRITE

Ag_2S

Cubique.

Macles. Macles par pénétration suivant a^1.

Formes observées. p (100), a^1 (111), b^1 (110), a^3 (311), $a^{3/2}$ (322).

$a^{3/2}\,a^{3/2}$ (arête horiz.)	121°58′	pa^3	154°46′	$a^1a^{3/2}$	168°35′
$a^{3/2}\,a^{3/2}$ (arête oblique)	160°15′	$pa^{3/2}$	136°41′	a^1a^3	150°30′

Faciès des cristaux. Les cristaux sont souvent déformés [1], tordus; ils sont aussi associés à axes parallèles formant des groupements réticulés, dendritiques. L'argyrite se présente aussi en masses filiformes ou compactes et en enduits.

Clivages. Trace de clivages suivant a^1 (111) et b^1 (110). Cassure subconchoïdale.

Dureté. 2 à 2,5. Très sectile.

Densité. 7,8 à 7,36.

Coloration et éclat. Gris de plomb noir. Poussière de même couleur. Rayure brillante (*argent vitreux*). Éclat métallique. Opaque.

Composition chimique. La formule Ag^2S correspond à la composition :

S......	12,9
Ag.....	87,1
	100,0

Propriétés pyrognostiques. Dans le tube ouvert, dégage de l'acide sulfureux. Au chalumeau, facilement fusible en se gonflant et en donnant un globule d'argent : il n'est pas nécessaire d'employer une température élevée pour obtenir de l'argent filamenteux aux dépens d'un fragment d'argyrite.

Soluble dans l'acide azotique, avec dépôt de soufre. La solution donne par l'acide chlorhydrique un précipité caillebotè soluble dans l'ammoniaque.

Altérations. L'argent natif se forme quelquefois par réduction de l'argyrite ; le minéral se ternit à l'air et prend un aspect terreux.

1. L'*acanthite*, considérée comme une forme orthorhombique de Ag^2S n'est peut-être que de l'argyrite déformée et allongée suivant un axe binaire.

Diagnostic. L'argyrite se distingue aisément des autres minéraux de ce groupe par sa parfaite sectilité, sa raclure brillante, sa couleur, son éclat et enfin ses propriétés pyrognostiques.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'argyrite est un minéral fréquent dans les filons argentifères, surtout dans ceux à gangue calcaire; il accompagne l'argent natif et d'autres minéraux argentifères.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* L'argyrite a été rencontrée en petite quantité avec dyscrasite, etc., dans les filonnets calcaires, à la mine d'Ar près Laruns (voir à *arite*). Elle ne s'y présente pas en cristaux distincts.

J'ai trouvé le même minéral en légers enduits, d'un noir de fer, dans la galène du même gisement.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* L'argyrite semble avoir été trouvée récemment dans les mines de galène de Villevieille près la Goutelle (Pontgibaud).

Vosges. — [*Alsace*]. L'argyrite a été rencontrée en assez grande abondance à Sainte-Marie-aux-Mines et particulièrement dans les mines d'Engelsbourg, de Chrétien et de Saint-Guillaume, dans la vallée de Phaunoux (Rauenthal) et dans quelques-unes de celles du vallon de Fertru. Les cristaux trouvés dans les anciens travaux paraissent avoir été fort beaux; les formes étaient assez variées p (100), a^1 (111), $p\ a^1$; la fig. 1 représente, d'après Lévy (*Descr. de la collect. Heuland*), un cristal de la forme $p\ a^{3/2}$ (322).

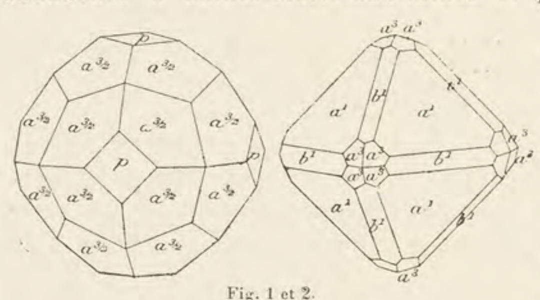


Fig. 1 et 2.
Argyrite de Sainte-Marie-aux-Mines.

J'ai moi-même observé un très beau cristal donné par Daubrée au Muséum et offrant les faces a^1 (111) dominantes, avec b^1 (110), a^3 (311) (fig. 2). Il est associé à de la proustite et à de la calcite [e^2 ($10\bar{1}0$), b^1 ($01\bar{1}2$)].

L'argyrite de Sainte-Marie dans une gangue de calcite ou de barytine est généralement associée à des argents rouges, à de l'argent natif.

Alpes. Massif du mont Blanc. — *Haute-Savoie.* L'argyrite (argent vitreux) a été signalée (*J. M.* I. 39. 1794) avec galène, bournonite, etc., dans la mine de Roissy près Servoz (voir à *bournonite*).

Isère. L'argyrite s'est trouvée abondamment dans les filons des Chalanches. Elle y forme des masses compactes ou lamellaires, engagées dans le calcaire ou dans le mélange d'argent natif, d'asbolane, d'érythrine, de cérargyrite (dont il a été question page 410). J'ai examiné un bel échantillon d'argent natif de ce gisement intimement mélangé à de l'argyrite noire lamellaire. Des cristaux cubiques n'ont été trouvés que très rarement.

Gisement probable.

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine.* La haute teneur en argent de certaines galènes de la mine de Pontpéan fait penser que l'argyrite doit s'y trouver parfois mélangée au minerai de plomb exploité. En effet, non seulement la teneur en argent de ces minerais n'est pas constante, mais encore elle paraît augmenter quand celle du plomb diminue (Fuchs et De Launay. *Traité des gîtes minéraux.* II. 504. 1893).

GROUPE DE LA CHALCOSITE

Ce groupe comprend les deux minéraux orthorhombiques suivants :

Chalcosite.... $Cu^2 S$
Stromeyerite.. $(Cu, Ag)^2 S$

auxquels il faut ajouter le suivant :

Acanthite..... $Ag^2 S$

s'il n'est pas de l'argyrite cubique, allongée suivant un axe binaire.

CHALCOSITE.

Orthorhombique : $mm = 119°35'$.

$b : h = 1000 : 838,364$. $D = 864,204$. $d = 503,140$
[$a : b : c : = 0,5822 : 1 : 0,9701$ (Miller)]

Macles. Macles nombreuses. 1° Macles suivant m (110) conduisant à des groupements pseudohexagonaux ; 2° macles cruciformes suivant $e^{2/3}$ (032) dans lesquelles les deux individus se croisent sous des angles de 110° et 69° ; 3° macles plus rares suivant b^1 (112).

Formes observées. p (001) ; m (110) g^1 (010) ; $b^{3/2}$ (113), b^1 (112), $b^{1/2}$ (111) ; e^2 (012), $e^{3/2}$ (023), $e^{1/2}$ (021).

Les mesures suivantes ont été prises sur de petits cristaux de Bourbonne-les-Bains ; les zones pg^1 et pm seules donnent des mesures, assez mauvaises du reste, à cause des cannelures des faces.

	Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés
$\star mm$	119°35'		$p\,e^{1/2}$	117°16'		$b^{3/2}\,b^{3/2}$ avant	148°26'
$m\,g^1$	120°12'30"		$\star e^{1/2}e^{1/2}$	54°32'	54°20'	$b^1\,b^1$ avant	139° 8'
$p\,e^2$	154° 7'30"		$p\,b^{3/2}$	147°16'	147°10'		
$e^2\,e^2$ sur p	128°15'	128°	$b^{3/2}\,b^{3/2}$ sur p	114°32'		$b^{1/2}b^{1/2}$ avant	126°56'30"
$p\,e^{3/2}$	147°6'30"		$p\,b^1$	136° 3'	136°15'	$b^{3/2}b^{3/2}$ côté	124°17'
$e^{3/2}\,e^{3/2}$	114°13'	114° 1'	$b^1\,b^1$ sur p	92° 6'		$b^1\,b^1$ côté	106°17'
$p\,e^1$	135°52'		$p\,b^{1/2}$	117°24'30"	117°18'		
$e^1\,e^1$	91°44'	91° 10'	$b^{1/2}\,b^{1/2}$ sur p	54°49'		$b^{1/2}\,b^{1/2}$ côté	79°47'

Faciès. Parmi les gisements décrits plus loin, les sources thermales seules ont fourni des cristaux distincts : ils sont soit allongés suivant l'axe b et très striés parallèlement à cette direction, soit un peu allongés suivant l'axe vertical ; ils ont alors une symétrie pseudohexagonale. Les cristaux sont souvent squelettiformes ou cristallitiques.

La chalcosite de nos autres gisements présente des aspects extérieurs très différents, suivant qu'elle est très cristalline (Urdos, la Garde en Oisans), finement grenue (cap Garonne), compacte (la Pacaudière), ou terreuse (Nouvelle-Calédonie).

Clivages. Clivages m (110) souvent à peine distincts. Cassure conchoïdale.

Dureté. 2,5 à 3. Fragile.

Densité. 5,5 à 5,8.

Coloration et éclat. Gris de plomb noir, le minéral s'irise et devient parfois bleuâtre par exposition à l'air. Poussière d'un gris de plomb noir. Opaque.

Composition chimique. La formule Cu^2S correspond à la composition suivante :

S......	20,2
Cu	79,8
	100,0

Il existe parfois un peu de fer ou d'argent.

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, la chalcosite reste inaltérée. Dans le tube ouvert, elle donne des vapeurs sulfureuses. Au chalumeau, elle fond tumultueusement en un globule noir.

Le minéral peut être réduit sur le charbon en un globule de cuivre. Soluble dans l'acide azotique.

Altérations. La chalcosite s'altère aisément et se transforme notamment en covellite, puis en malachite, en chessylite, etc. ; le mélange intime de chalcosite et de covellite a été autrefois pris pour une espèce distincte et appelée *digenite* par Breithaupt.

Diagnostic. Voir à *covellite*.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La chalcosite se rencontre dans les deux catégories suivantes de gisements :

1° Dans les gîtes métallifères ;

2° Dans des sources thermales comme produit récent.

1° *Dans les gîtes métallifères.*

Les gisements cités plus loin sont tous des gîtes filoniens, sauf celui du cap Garonne dans lequel les minéraux cuprifères imprègnent des poudingues triasiques : la chalcosite y a été exploitée comme minerai de cuivre.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* De jolis échantillons de chalcosite ont été rencontrés à la Coussia, au-dessus d'Urdos (vallée d'Aspe). Ce

minéral remplit les fentes de calcaires gris ; il se trouve souvent en masses d'un noir un peu violet offrant les clivages *m* (110) plus faciles que d'ordinaire. Le minéral est accompagné de chalcopyrite, d'érubescite, de malachite, de chessylite, etc.

Corbières. — *Aude.* Les mines de Saint-Pancrasse en Monthoumet ont fourni autrefois de la chalcosite d'un gris noir, associée dans du quartz et de la barytine à un mélange intime de galène, d'érubescite et de chalcopyrite.

Plateau Central. — *Loire.* La chalcosite a été exploitée à la Pacaudière. Les échantillons que je dois à l'obligeance de M. Manhès sont très compacts et mélangés à de l'érubescite. Ils sont associés à de la chessylite. Ces minéraux sont argentifères (voir p. 489).

Vosges. — [*Alsace*]. Les filons de Framont ont fourni un curieux minerai, essentiellement constitué par de la chalcosite massive intimement mélangée à de l'érubescite à cassure jaune rosée.

De la chalcosite semblable à celle de Framont a été trouvée dans diverses mines de Sainte-Marie-aux-Mines et notamment dans celle de Gabe-Gottes, des Trois, à la Petite-Liepvre.

Belfort. Les mines de Giromagny ont fourni jadis de la chalcosite compacte.

Alpes. — *Isère.* La mine de la Garde en Oisans a donné de la chalcosite. L'échantillon que possède la collection du Muséum est noir, compact, un peu lamellaire et imprégné de malachite.

Maure. — *Var.* La chalcosite finement grenue est l'un des minéraux constituant les imprégnations des poudingues permiens du cap Garonne près Toulon.

Algérie. — *Constantine.* La chalcosite compacte forme, avec la chalcopyrite, des rognons dans les schistes et conglomérats de l'éocène supérieur de l'Oued-Goudi, à 11 km. O.-N.O. de Jemmapes.

Nouvelle-Calédonie. — La chalcosite en masses noires compactes, à cassure d'un gris noir et à éclat métallique, intimement mélangée de mélaconite terreuse, a été l'un des minéraux exploités autrefois dans la mine de Balade près d'Onégou (région du Diahot) ; elle y est accompagnée de chalcopyrite, de cuprite, de cuivre natif et de divers minéraux oxydés. Elle imprègne des micaschistes, parfois riches en cristaux de grenats qui restent englobés au milieu des sulfures.

Le même minéral est associé à la chalcopyrite, l'érubescite, la covellite, etc., à la mine Pilou (voir à *galène*).

2° *Dans les sources thermales ou non.*

La chalcosite formée dans les sources thermales ou dans l'eau douce aux dépens de monnaies romaines, est due à l'action sur le bronze de celles-ci de sulfures solubles, provenant eux-mêmes de la réduction de sulfates effectués par la matière organique (voir à *panabase*).

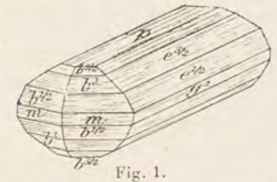


Fig. 1.
Chalcosite de Bourbonne-les-Bains.

Champagne. — *Haute-Marne*. La chalcosite est un des minéraux les mieux cristallisés qui aient été trouvés par Daubrée à la surface des monnaies romaines recueillies dans les griffons de la source thermale de Bourbonne-les-Bains (*A. M.* VIII. 439. 1875).



Fig. 2.

Monnaies de bronze transformées en chalcosite qui empâte des grains de sable, des fragments de bois, des noisettes ; celles-ci sont également transformées en chalcosite. (Bourbonne-les-Bains). (*Photographie grandeur naturelle.*)

Elle se présente en petits cristaux ; ceux que j'ai étudiés appartiennent à deux types : l'un est allongé suivant l'axe de zone b. Les faces de cette zone sont nombreuses : e^2 (012), $e^{3/2}$ (023), e^1 (011), $e^{1/2}$ (021),

p (001) ; les cristaux sont terminés par $b^{3/2}$ (113), quelquefois b^1 (112), $b^{1/2}$ (111). Ils sont souvent cristallitiques, leurs faces sont alors très striées ou creuses et irrégulières : ils atteignent très rarement un millimètre. La fig. 1 représente leur aspect qui est celui des cristaux bien connus de Bristol.

Les cristaux du second type ont un aspect pseudohexagonal par suite de l'égal développement des faces *m* (110) et g^1 (010). J'ai constaté les mêmes formes que dans le premier type ; elles sont en général moins nombreuses, mais plus nettes dans un même cristal.

La figure 2 représente des monnaies de bronze épigénisées en chalcosite qui englobe en outre des fragments de bois intact et des noisettes; celles-ci sont réduites à leurs enveloppes, elles-mêmes transformées en chalcosite.

Vosges. — La chalcosite a été trouvée dans les mêmes conditions qu'à Bourbonne-les-Bains à la surface d'un robinet en bronze romain de la source thermale de Plombières (Daubrée. *A. M.* XII. 294. 1859).

Corse. — C'est probablement à la chalcosite qu'il faut rapporter un sulfure de cuivre signalé par Daubrée en épigénie de monnaies



Fig. 3 et 4.

Monnaies romaines en bronze transformées en chalcosite (Flines-lès-Roches). A la partie inférieure de la figure 3 on voit apparaître la monnaie débarrassée de son enveloppe sulfurée. Dans la fig. 4 des coquilles fluviatiles sont englobées par la chalcosite. (*Photographie grandeur naturelle.*)

romaines de bronze (Hadrien et Étruscilla), trouvées dans la source thermale de Baracci en Olmeto. Des essais qualitatifs seuls ont été faits et ont indiqué l'existence d'une petite quantité d'étain dans ce minéral. S'il y existe réellement à l'état combiné, le minéral pourrait être de la *stannine* (*C. R.* XCII. 92. 57. 1881).

Flandre. — *Nord*. Dans les gisements qui viennent d'être cités, la transformation de monnaies de bronze en chalcosite a été effectuée dans des sources thermales. Le gisement dont il est question ici en diffère ; il se rencontre dans une nappe d'eau limpide située à Flines-lès-Roches, appelée la mer de Flines (Daubrée. *C. R*. 93. XCIII. 572. 1881) ; le niveau de celle-ci est stationnaire sans qu'on aperçoive les sources qui l'alimentent. De nombreux poissons et mollusques y vivent. Cepetit étang ayant 300 m. de diamètre est utilisé pour le rouissage du lin. Des statuettes gauloises et romaines y ont été trouvées, ainsi que les monnaies en bronze qui sont plus ou moins complètement transformées en sulfures cristallisés. Ceux-ci entourent parfois un noyau intact formé par le reste de la monnaie de bronze (fig. 3). Le sulfure dominant est constitué par de la chalcosite en lamelles hexagonales enchevêtrées, très striées et parfois extérieurement recouvertes de chalcopyrite.

Ces épigénies se trouvaient dans une vase noire riche en coquilles qui sont souvent elles-mêmes emprisonnées par les sulfures comme le montre la figure 4. Les espèces de mollusques observés dans ces conditions sont assez nombreuses : *Valvata piscinalis*, *Ancylus fluminalis*, *Lymnœa auriculata*, etc. :

Les photographies données ci-dessus, ainsi que les précédentes ont été faites à l'aide des échantillons légués au Muséum par Daubrée.

STROMEYERITE

$(Ag, Cu)^2 S$

Orthorhombique : *mm* = 119° 35'.

b : *h* = 1000 : 835,512. D = 864,204. *d* = 503,140.

[*a* : *b* : *c* = 0,5822 : 1 : 0,9668. (Rose)]

Faciès. La stromeyerite est rare en cristaux à faciès pseudohexagonal, avec macles suivant *m* (110) ; le plus souvent, elle se rencontre en masses compactes, et c'est le cas pour celle du gisement cité plus loin.

Cassure. Cassure plus ou moins conchoïdale.

Dureté. 2,5 à 3.

Densité. 6,15 à 6,3.

Coloration et éclat. Gris d'acier noir, plus ou moins foncé : poussière de même couleur ; éclat métallique parfois un peu gras : opaque.

Composition chimique. La formule $(Ag, Cu)^2$ S, avec Cu : Ag = 1 : 1, correspond à la composition suivante :

S.....	15,8
Ag....	53,1
Cu ...	31,1
	100,0

Propriétés pyrognostiques. Dans le tube fermé, fond aisément sans donner de sublimé. Dans le tube ouvert, dégage des vapeurs sulfureuses. Sur le charbon, fond en un globule un peu malléable qui donne les réactions colorées du cuivre, et fournit par coupellation un bouton d'argent. Soluble dans l'acide azotique avec dépôt de soufre ; la solution donne un précipité de chlorure d'argent par addition d'acide chlorhydrique. Il se dissout dans l'ammoniaque en même temps que la liqueur se colore en bleu intense.

Diagnostic. La stromeyerite se distingue de l'argyrite par sa non sectilité et sa cassure ; de la chalcosite par l'abondance de l'argent. Quelques variétés rappellent la stephanite par leur cassure : elles s'en distinguent par la réaction dans le tube et la dissolution dans l'acide azotique sans résidu blanc.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Vosges. — La stromeyerite se trouve dans quelques gisements argentifères et cuprifères. La collection de l'École des mines renferme, sous le nom d'argent sulfuré de la Croix-aux-Mines, un échantillon d'un minéral répondant à la description donnée plus haut. Sa cassure est conchoïdale, l'éclat est métallique et un peu résineux. Il n'est pas sectile, il est riche en cuivre et en argent. La gangue est calcaire.

M. Lodin a trouvé (*B. S. M.* VI. 178. 1883), sur les haldes de l'ancienne mine du Roux, près de Saint-Maurice dans le Valgodemar (*Hautes-Alpes*), un minéral à structure fibrolamellaire d'un gris bleu foncé. Il est accompagné de chalcopyrite, de blende, de galène et de panabase argentifère dans un filon quartzeux traversant la granulite.

Si l'analyse donnée plus loin a été faite sur une substance réellement

homogène, le minéral de Saint-Maurice constituerait une espèce distincte. N'ayant pas eu entre les mains d'échantillons de ce minéral, je n'ai pu me faire une opinion à cet égard.

Composition chimique. L'analyse *b*), due à M. Lodin, conduit à la formule $2\,Cu^2S, PbS$ qui correspond à la composition donnée en *a*),

	a)	*b*)
S........	17,30	17,54
Cu......	45,40	44,52
Pb......	37,30	35,87
Ag......	»	0,11
Sb.......	»	0,62
As......	»	traces
Fe......	»	0,79
SiO^2....	»	0,25
	100,00	99,70
Densité	»	6,17

La forme cristalline n'étant pas connue, il n'est pas possible de savoir s'il faut rapprocher ce minéral de la chalcosite ou de la galène, dans le cas où il constituerait une espèce distincte. L'abondance du cuivre m'a engagé à le placer ici. M. Dana (*Syst. of miner.*51. 1892) le range à la suite de la galène avec deux autres produits similaires, la *cuproplumbite* ($Cu^2S, 2\,PbS$) et l'*alisonite* ($3\,Cu^2S, PbS$).

Essais pyrognostiques. Fond au chalumeau et recristallise par refroidissement. Donne les réactions du cuivre et du plomb.

GROUPES DE LA BLENDE ET DE LA WURTZITE

Le tableau suivant permet de paralléliser les divers termes de ces deux groupes dans lesquels se trouvent plusieurs types dimorphes.

Système Cubique (tétraédrique).		Système Rhomboédrique ou hexagonal.	
Blende	Zn S.....	*Wurtzite*	(hexagonale
»	Cd S.....	*Greenockite*	hémimorphe)
Alabandite	Mn S.....	»	
»	(Mn, Zn) S	**Erythrozincite*	(hexagonale)
»	Cu S.....	*Covellite*	(rhomboédrique)
**Métacinabre*	Hg S.....	*Cinabre*	(id.)
**Tiemannite*	Hg Se....	»	

Les espèces précédées d'une * ne se trouvent pas dans les gisements français.

GROUPE DE LA BLENDE

BLENDE

Zn S

Cubique, tétraédrique.

Macles. Macles suivant a^1. La face de contact est a^1 (111) ou perpendiculaire à a^1 (111) (fig. 1, 2, 5, 11, 12) : les cristaux de ce genre se rencontrent fréquemment dans les gisements étudiés plus loin. Ces macles sont souvent polysynthétiques et donnent naissance à des lames hémitropes répétées. Plus rarement la macle donne par répétition un assemblage pseudo-hexagonal (fig. 6).

Formes observées : p (100) ; b^1 (110) ; $b^{5/2}$ (520), $b^{12/5}$ (12.5.0), $b^{3/2}$ (320), $b^{9/7}$ (970), $b^{5/4}$ (540) ;

$+ 1/2\ a^1$ [$\varkappa$ (111)], $+ 1/2\ a^{12}$ [$\varkappa$ (12.1.1)], $+ 1/2\ a^{17/2}$ [$\varkappa$ (17.2.2)], $+ 1/2\ a^5$ [$\varkappa$ (511)], $+ 1/2\ a^4$ [$\varkappa$ (411)], $+ 1/2\ a^{7/2}$ [$\varkappa$ (722)], $+ 1/2\ a^3$ [$\varkappa$ (311)], $+ 1/2\ a^{9/4}$ [$\varkappa$ (944)] ;

$- 1/2\ a^1$ $\varkappa$ [($1\bar{1}\bar{1}$)] ; $- 1/2\ a^{1/2}$ [$\varkappa$ ($2\bar{2}\bar{1}$)], $- 1/2\ a^{2/5}$ [$\varkappa$ ($5\bar{5}\bar{2}$)], $- 1/2$

$a^{1/3}$ ϰ [(3$\bar{3}$1)], — 1/2 $a^{1/8}$ [ϰ($\bar{8}$81)] ; — 1/2 a^6 [ϰ (6$\bar{1}$1)], — 1/2 a^5 [ϰ (5$\bar{1}$1)], — 1/2 a^4 [ϰ (4$\bar{1}$1)], — 1/2 $a^{7/2}$ [ϰ (7$\bar{2}$2)], — 1/2 $a^{5/2}$ [ϰ (5$\bar{2}$2)], — 1/2 $a^{9/4}$ [ϰ (9$\bar{4}$4)], — 1/2 a^2 [ϰ (2$\bar{1}$1)], — 1/2 $a^{3/2}$ [ϰ (3$\bar{2}$2)].

Les angles calculés suivants sont ceux des zones principales des cristaux décrits plus haut : il n'y a pas à tenir compte du signe des formes hémiédriques.

$p\ a^{12}$ adj.	173°17′	$p\ a^{1/3}$	103°16′	$a^{7/2}\ a^1$	147°16′
$p\ a^{17/2}$	170°33′	$p\ a^{1/8}$	95° 3′	$a^3\ a^1$	150°30′
$p\ a^6$	166°44′	$p\ b^1$ sur a^1	90°	$a^{5/2}\ a^1$	154°46′
$p\ a^5$	164°13′	$a^1\ a^{1/2}$ adj	164°13′	$a^{9/4}\ a^1$	157°15′
$p\ a^4$	160°32′	$a^1\ a^{2/5}$	160°32′	$a^2\ a^1$	160°32′
$p\ a^{7/2}$	158°	$a^1\ a^{1/3}$	158°	$a^{3/2}\ a^1$	168°35′
$p\ a^3$	154°46′	$a^1\ a^{1/8}$	149°47′	$p\ b^{5/2}$	158°12′
$p\ a^{5/2}$	150°30′	$a^1\ b^1$	144°44′	$p\ b^{12/5}$	157°23′
$p\ a^{9/4}$	147°51′	$a^1\ a^1$ sur b^1	109°28′	$p\ b^{3/2}$	146°19′
$p\ a^2$	144°44′	$a^{12}\ a^1$ adj.	131°59′	$p\ b^{9/7}$	141° 8′
$p\ a^{3/2}$	136°41′	$a^{7/2}\ a^1$	134°43′	$p\ b^{5/4}$	142°21′
$p\ a^1$	125°16′	$a^6\ a^1$	138°32′	$p\ b^1$	135°
$p\ a^{1/2}$ sur a^1	109°28′	$a^5\ a^1$	141° 4′	$p\ p'$	90°
$p\ a^{2/5}$	105°48′	$a^4\ a^1$	144°44′		

Faciès. Dans les cristaux de blende, on peut distinguer deux types principaux :

1° Type tétraédrique ; ce sont les formes hémièdres qui dominent ; quand le minéral est très ferrifère et noir, il présente parfois une certaine analogie avec la panabase (fig. 7 à 9 et 20) ;

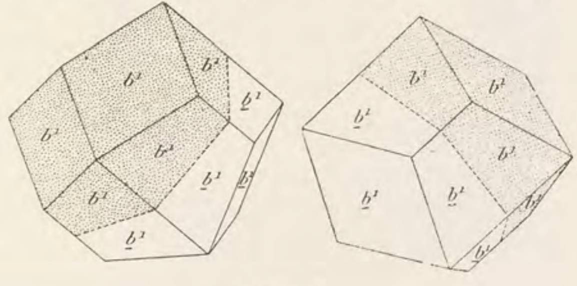


Fig. 1 et 2.
Blende. Macle suivant a^1 (111).

2° Type dodécaédrique ; les cristaux de ce type sont souvent très riches en faces (fig. 16).

Les macles polysynthétiques viennent compliquer beaucoup ces cristaux de blende et particulièrement ceux du type II.

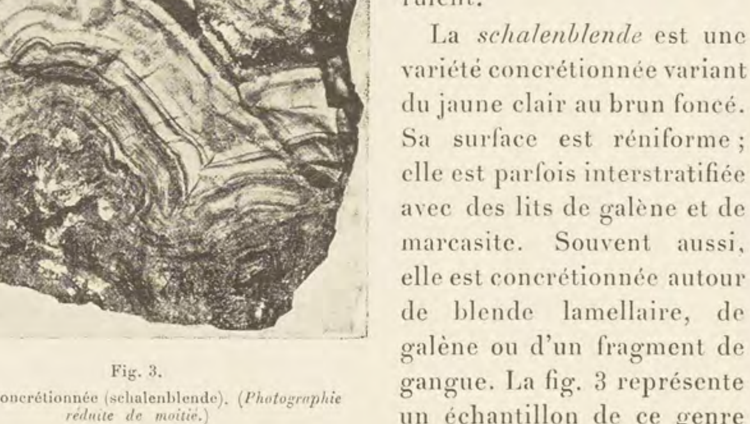
D'après M. Becke, les formes hémièdres + seraient d'une façon générale moins abondantes que les faces — ; les faces des premières sont unies, finement striées ; celles des secondes fréquemment arrondies

et oscillatoires, sans que ces caractères soient suffisamment précis pour permettre de distinguer avec sûreté ces faces les unes des autres. Dans les cristaux des environs de Laffrey qui sont décrits plus haut, j'ai pris pour tétraèdre + celui dont les faces sont unies, il est toujours associé à + 1/2 a^3 [$\varkappa$(311)] : le tétraèdre — est strié parallèlement à ses côtés. Toutes les formes hémièdres sans distinction de signe ont le plus souvent des faces brillantes.

Les cristaux de blende sont souvent déformés, leurs faces et particulièrement b^1 et a^2 sont arrondies, le cristal prend alors des formes coniques.

Les figures de corrosion sur p et sur + 1/2 a^1 sont, d'après M. Becke, creuses; celles sur — 1/2 a^1 et b^1 en relief. La forme 1/2 a^3, très fréquente, est d'ordinaire positive.

La blende se trouve sou vent en masses clivables à éléments plus ou moins grands, en masses finement grenues, fibreuses [1], concrétionnées, botroydales ; elle se rencontre rarement à l'état pulvérulent.



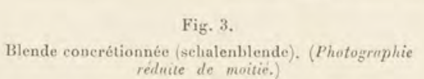


Fig. 3.
Blende concrétionnée (schalenblende). (*Photographie réduite de moitié.*)

La *schalenblende* est une variété concrétionnée variant du jaune clair au brun foncé. Sa surface est réniforme ; elle est parfois interstratifiée avec des lits de galène et de marcasite. Souvent aussi, elle est concrétionnée autour de blende lamellaire, de galène ou d'un fragment de gangue. La fig. 3 représente un échantillon de ce genre provenant de Welkenraedt [Belgique]. Des concrétions analogues se rencontrent dans des gisements français, mais elles sont en général moins belles et de plus petite taille.

1. Quelques-uns des sulfures de zinc fibreux sont entièrement constitués par de la wurtzite.

L'examen microscopique montre que ces schalenblendes sont constituées par de la blende cubique, parfois mélangée de wurtzite (Noelting. *Inaugur. Dissertat. Kiel.* 1887).

Clivages. Clivage b^1 (110) parfait. Cassure conchoïdale.

Dureté. 3,5 à 4.

Densité. 3,9 à 4,1. 3,919 (Pontpéan).

Coloration et éclat. Très rarement incolore (*cleiophane*), jaune de diverses nuances, rouge (*ruby-blende*), brune, noire, plus rarement verte. L'examen microscopique des blendes colorées montre que fort souvent la coloration est inégale : les zones diversement colorées sont parallèles ou perpendiculaires aux faces b^1 (110) et parfois disposées parallèlement à leurs diagonales. Poussière variant suivant la couleur du minéral, du blanc au jaune pâle et au brun. Transparente à translucide. Dans quelques localités, les cristaux sont absolument limpides.

Éclat résineux à adamantin.

Propriétés optiques. La blende possède un indice de réfraction très élevé $n = 2,36923$ (Na) (Ramsay).

Beaucoup de blendes sont monoréfringentes, mais il en est qui présentent des phénomènes de biréfringence très nets ; ils ont été récemment étudiés par M. Brauns (*Preisschrift Jablonowsk, Gesellsch. Leipzig.* 166. 1891). Une lame de clivage b^1 peut présenter des bandes biréfringentes, perpendiculaires à un ou à deux des côtés de la face ; dans ce dernier cas, les deux systèmes de bandes se coupent sous des angles de 120°. Il peut aussi exister des bandes parallèles à la grande diagonale de la face b^1. Quand ces bandes biréfringentes coexistent avec les précédentes, elles sont plus larges qu'elles, leur allongement est tantôt positif, tantôt négatif.

M. Brauns a fait, sur la blende de Pico (Santander), une expérience qui réussit fort bien avec celle des gisements français fournissant des cristaux transparents (Laffrey notamment). Quand on pique avec une aiguille une lame b^1 de blende monoréfringente, on voit apparaître, autour du point attaqué, deux flammes biréfringentes perpendiculaires au côté de la face ; elles sont allongées dans la direction de n_p et persistent après l'enlèvement de la pointe.

Des phénomènes de biréfringence analogues sont déterminés par une pression effectuée perpendiculairement aux côtés de la face b^1.

Propriétés électriques. La blende est pyroélectrique (Friedel).

Phosphorescence. Plusieurs variétés deviennent phosphorescentes sous le choc du briquet, par friction ou par insolation.

Composition chimique. La composition théorique correspondant à la formule Zn S est donnée en *a*. Le plus souvent, le minéral contient du fer, du manganèse, du cadmium, parfois de l'argent, de l'or,(peut-être du platine), du mercure, du plomb, des traces d'iridium, de thallium, etc.

C'est dans la blende des mines de Pierrefitte que M. Lecoq de Boisbaudran a découvert le gallium (*C. R.* LXXXI. 493. 1875).

Les blendes cadmifères ne renferment jamais plus de 5 °/₀ de cadmium (*Przibramite*). D'après M. Damour (*A. M.* XII. 245. 1837), celle de Proprières (*Rhône*) en contient 1,136 °/₀ : celle de Cheronies (analyse *e*) n'en renferme que des traces, au lieu des 20 °/₀ annoncés par Barruel.

Les variétés de blende renfermant plus de 10 °/₀ de fer constituent la *marmatite*.

Analyses : *b*) de la blende écailleuse des Pyrénées (Wertheim. *Thèse*, 1851. 78. Paris) ;

c) de la blende de Bagnères-de-Luchon (Berthier. *A. M.* IX. 420. 1824) ;

d) de la blende brune de Cogolin (*Var*) (*ibid.*) ;

e) de la blende de Cheronies, par Lecanu (*J. Pharm.* IX. 257. 1824) ;

f) de la blende fibreuse de Pontpéan par M. Fagu (*Bull. indust. minéral.* VIII. 1862).

	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*
S.........	33,0	33,4	33,6	30,2	33,5	33,54
Zn........	67,0	64,3	63,0	50,2	51,0	60,41
Cd.......	»	»	»	»	»	0,39
Fe.......	»	2,3	3,4	10,8	7,9	3,34
Mn.......	»	»	»	»	»	0,05
Pb.......	»	»	»	6,8	»	»
Ag.......	»	»	»	»	»	0,20
Cu.......	»	»	»	»	0,9	»
Perte.....	»	»	»	»	»	1,57
Gangue...	»	»	»	»	»	0,50
	100,0	100,0	100,0	98,0	97,9	100,00

Propriétés pyrognostiques. Dans le tube ouvert, donne des vapeurs sulfureuses et souvent change de couleur. Sur le charbon, fond difficilement, mais donne un enduit d'oxyde de zinc, jaune clair à chaud et blanc à froid ; celui-ci, humecté avec de l'azotate de cobalt, devient vert quand on le chauffe au feu oxydant. Les variétés cadmifères donnent en outre un enduit brun rouge d'oxyde de cadmium qui se produit au delà de celui d'oxyde de zinc. Après grillage, les variétés ferrifères donnent, avec le borax, les réactions du fer.

Soluble dans l'acide chlorhydrique avec dégagement d'hydrogène sulfuré : la blende est décomposée à froid par cet acide plus facilement que la wurtzite.

Altérations. Par altération atmosphérique ou sous l'influence de circulations d'eau au voisinage des affleurements des filons, la blende s'oxyde, donnant du sulfate de zinc soluble (*goslarite*) et le plus souvent de la smithsonite et de la calamine qui cristallise in situ ou à distance (voir à *smithsonite*). Les variétés ferrifères donnent, en outre de la limonite, les variétés cadmifères de la greenockite.

Diagnostic. Les clivages dodécaédriques, l'éclat vitreux, les réactions pyrognostiques rendent facile la distinction de la blende et des minéraux qui lui sont associés. L'examen, en lumière polarisée, permet de différencier les variétés fibreuses de la wurtzite présentant la même structure.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La blende accompagne habituellement la galène ; il est peu de gisements du second de ces minéraux qui ne contiennent le premier. On peut classer ses gisements de la même façon.

1° Dans les gisements métallifères;
2° Dans les roches sédimentaires ;
3° Dans les roches éruptives ;
4° Dans les roches métamorphiques.

Ces diverses conditions de gisement vont être passées en revue.

1° *Dans les gisements métallifères.*

Je distinguerai deux catégories de gisements métallifères au point de vue particulier qui m'occupe ici. Le premier comprend les filons

proprement dits ; le second les amas calaminaires situés dans les calcaires et dans lesquels la blende n'est qu'un minéral accessoire au milieu de minerais oxydés zincifères (smithsonite et calamine). Je ferai remarquer, du reste, qu'il existe tous les passages entre ces amas calaminaires et les filons d'une part, les gisements sédimentaires d'une autre.

a) *Dans les filons métallifères.*

Il n'est aucun des filons de galène cités plus haut qui ne renferme de la blende en plus ou moins grande abondance ; il me paraît donc inutile de répéter ici une longue liste de gisements. Je renvoie aux pages 478 et suivantes et me contenterai d'indiquer un petit nombre de localités dans lesquelles la blende est particulièrement abondante ou se présente avec des particularités intéressantes.

Fig. 4.
Blende fibreuse entourant de la galène à larges clivages cubiques. Pontpéan. (*Photographie un peu réduite.*)

Normandie. — *Manche*. Les filons de galène de Pierreville ont fourni de la blende, aux dépens de laquelle s'est formée de la smithsonite.

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine*. La mine de galène de Pontpéan en Bruz (voir page 478) renferme de la blende brune cadmifère et ferrifère (analyse *f*). Les cristaux paraissent rares : le minéral se présente le plus souvent en masses fibreuses et plus rarement lamellaires. On verra plus loin qu'une partie des premières est formée par de la wurtzite. La blende est postérieure à la galène ; elle est recouverte par de la pyrrhotite transformée en marcasite. Elle se trouve surtout au toit du filon ou au milieu de celui-ci, englobant avec la galène des fragments de roches tombés des épontes. La figure 4 représente un échantillon de galène à grands clivages cubiques entourée par une croûte de blende fibreuse. Celle-ci est remarquable par sa teneur en argent, atteignant 2500 gr. par 100 kilogrammes de minerai. Elle est plus argentifère que la blende lamellaire.

M. l'intendant militaire Pavot vient de donner au Muséum un remarquable échantillon constitué par un nodule ovoïde de blende ayant environ $0^{m}25$ de plus grand diamètre ; sa structure est fibreuse ; sa périphérie est hérissée de pointes cristallines parmi lesquelles dominent des pointements ternaires de rhombododécaèdre.

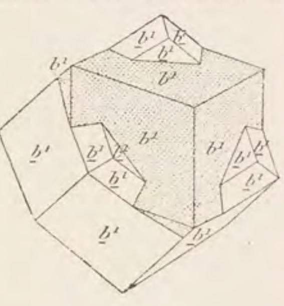


Fig. 5.

Macle suivant a^1 (111). Blende de Pontpéan.

Les cristaux distincts qui recouvrent la galène ou tapissent les fentes du quartz sont noirs, très éclatants : b^1 y domine toujours, souvent accompagné de $+ 1/2\ a^1$, de p, de $+ 1/2\ a^3$, et plus rarement de $+ 1/2\ a^{9/4}$ [v. (944)]. Les macles se rapportent à l'un ou l'autre des types représentés par les figures 1 et 2. J'ai aussi trouvé des cristaux identiques à ceux de Stolberg figurés par Sadebeck ; ils sont parfois plus compliqués par suite de l'existence de p, $+ 1/2\ a^3$, ou $+ 1/2\ a^{9/4}$ disposées sur les arêtes b^1 du cristal indiqué en pointillé dans la figure ci-jointe.

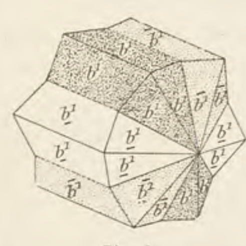


Fig. 6.

Macle de trois individus de blende (Pontpéan).

J'ai observé sur un échantillon de ce gisement et associés à cette macle, de beaux cristaux offrant la macle répétée, représentée par la fig. 6, et qui conduit à un édifice pseudo-hexagonal. Cette macle est identique à celle bien connue dans la sodalite ; je la signalerai plus loin dans le salmiac. Il y a parfois combinaison des figures 5 et 6, le cristal non pointillé dans la fig. 5 étant alors remplacé par une macle semblable à celle que représente la figure 6.

Côtes-du-Nord. A Châtelaudren, la galène est associée à une blende lamellaire transparente jaune ou rouge grenat ; les cristaux que j'ai vus sont peu nets et appartiennent au type dodécaédrique ; ils sont souvent recouverts de calcédoine mamelonnée.

Finistère. Les mines de Poullaouen et de Huelgoat ont fourni de beaux cristaux de blende noire ou d'un brun rouge foncé. Dans l'une et l'autre de ces mines, on a trouvé des cristaux appartenant aux deux types dodécaédrique et tétraédrique. La collection du Muséum renferme de jolis tétraèdres $\pm 1/2\ a^1$ avec parfois p (fig. 7 à 9),

b^1 (fig. 19) isolés ou sur gangue ; leurs faces et leurs angles sont parfois arrondis. Les cristaux dodécaédriques sont souvent très groupés et

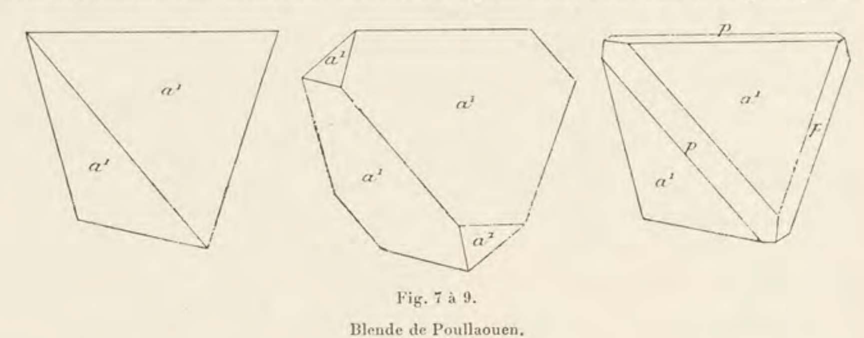


Fig. 7 à 9.
Blende de Poullaouen.

alors d'une interprétation difficile ; les plus nets reposent sur la galène ; ils correspondent aux formes représentées par les figures 1, 2 et 5. La fig. 10 représente un échantillon concrétionné de blende lamellaire et de quartz de Huelgoat.



Fig. 10.
Blende lamellaire et quartz concrétionnés. Huelgoat.
(*Photographie réduite de moitié*).

Anjou. — *Maine-et-Loire.* La blende en petits tétraèdres bruns se trouve avec fluorine dans les filons de quartz qui traversent les schistes de la Gravelle près Trélazé.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Les filons de galène d'Ar et d'Anglas près des Eaux-Bonnes ont fourni une grande quantité de blende brune lamellaire. (Voir à *galène*).

Des cristaux de blende n'ont été que rarement trouvés dans ce gisement. Grâce à l'obligeance de M. Braly, j'ai pu cependant étudier quelques beaux échantillons de blende noire donnant des clivages qui mesurent jusqu'à 3^{cm} de plus grande dimension ; les gros cristaux présentent toujours des macles extrêmement polysynthétiques avec les formes $\pm$ 1/2 a^1, p b^1 et parfois 1/2 a^3. Quand l'octaèdre seul se rencontre, les cristaux ont la forme de la macle des

spinelles (fig. 11). Ils sont associés dans des géodes à des cristaux de quartz, à de la calcite, de la ripidolite, de l'harmotome. Tous ces minéraux sont contemporains de la blende qui les englobe ou qu'ils recouvrent; il y a aussi de petits mamelons postérieurs de smithsonite.

Des recherches ont été faites sur un filon de blende situé à Bartèque en Laruns, au milieu de calcaires dévoniens. Son remplissage consiste en calcite, blende et galène; celle-ci a quelquefois $0^{m}40$ d'épaisseur alors que, dans d'autres cas, elle forme des rognons dans le calcaire. Il existe des veines de pyrite disséminées dans le calcaire du toit et du mur du filon. On a trouvé aussi des veines de quartz et de panabase.

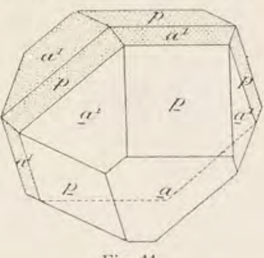


Fig. 11.
Blende. Macle suivant a^1.

La blende en très beaux cristaux transparents jaune citron ou rouge hyacinthe a été trouvée autrefois dans les filons cuprifères de Baigorry et particulièrement dans celui d'Oudarolles (Dietrich. *Descr. gîtes min. Pyrénées*. 489. 1876) ; (Charpentier, *op. cit.*, 365). Elle était accompagnée de panabase, de chalcopyrite et englobée par du quartz. La blende se trouve accessoirement dans les autres mines de la vallée de la Nive et de celles de la Bidassoa (voir à *sidérose*).

Fig. 12.
Blende. Macle suivant a^1 (111).
(*Macle des spinelles*).

Hautes-Pyrénées. Les filons de Pierrefitte (ou de Coutres), sur la route de Cauterets, et ceux d'Estaing, dont il a été question plus haut, sont très riches en blende brune lamellaire; c'est dans ce minéral que M. Lecoq de Boisbaudran a découvert le gallium. La blende de Pierrefitte est cadmifère, et je décrirai plus loin les beaux échantillons de greenockite que j'ai recueillis sur elle ; je n'ai trouvé aucun cristal distinct dans les mines de cette région. Elles sont abandonnées depuis peu de temps : la blende accompagne la galène dans le filon de Coumélie et dans divers autres filons des vallées d'Héas et de Gavarnie, ainsi que dans ceux de la Géla en Aragnouet.

Haute-Garonne. La blende a été exploitée avec la galène dans les mines de Melles, de Coume de Ger, de Pale de Raz, d'Uls, d'Argut. Je citerai encore la blende cadmifère du filon de fluorine de Cazarilh

de Luchon, qui, par sa décomposition, donne naissance aux enduits de greenockite connus dans ce gisement.

De petits cristaux rouges de blende transparente ont été trouvés (M. Gourdon) dans le quartz de la mine de manganèse d'Adervielle, dans la vallée de Louron.

[*Val d'Aran*]. Dans le Val d'Aran, la blende accompagne la galène des gisements énumérés dans l'étude de la galène.

Ariège. La blende se rencontre dans les mines de l'Ariège (Sentein, vallée d'Aulus, etc.), sans présenter de particularités intéressantes.

Dans la mine de Cadarcet (Montcoustant), elle se trouve en très grandes lames brunes empâtant parfois la galène, et parfois en gros rhombododécaèdres : de beaux cristaux transparents de blende ont été signalés par Mussy dans les filons d'hématite et de pyrite de Ferrières de Foix.

La blende recouverte de greenockite a été trouvée accidentellement avec galène dans des amas de sidérose de la mine de Rancié près Vicdessos.

Corbières. — *Montagne-Noire. Aude. Hérault.* Voir à *galène*. Une seule mine de cette région est intéressante au point de vue de la blende, c'est celle de la Caunette, à 14 kilomètres de Carcassonne (voir page 499); elle se trouve surtout dans les filons cuprifères, elle y renferme de 320 grammes à 1 kilogr. 280 d'argent à la tonne. Elle se rencontre aussi dans les filons plombifères qui coupent les premiers.

Cévennes. — *Gard.* Voir à *galène*.

La collection du Muséum possède un joli échantillon de quartz de Saint-Martin près Alais, supportant de nombreux cristaux rouges transparents de blende. Ils se rapprochent du type dodécaédrique, mais leurs faces sont trop courbes pour pouvoir être mesurées.

Tarn. Les filons à gangue calcaire de Peyrebrune (en Montredon-Labessère et en Lieux-Lafenasse) près Réalmont (voir à *galène*), sont riches en blende ferrifère associée à de la galène. Elle est généralement engagée dans de la calcite ou de la sidérose ; les cristaux sont abondants, généralement très maclés, mais rarement très nets. J'y ai observé les formes suivantes : b^1 (forme dominante, avec ou sans $1/2\ a^1$, p (fig. 1, 2, 11), a^3.

J'ai recueilli dans ce gisement les curieux échantillons de galène en trémies cubiques dont il a été question plus haut. Ils sont empâtés dans de la blende, se transformant en smithsonite jaune. Quand on détermine un clivage cubique de la galène, on voit celle-ci former des groupes cristallitiques au milieu de la blende concrétionnée qui rappelle par sa structure, mais en petit, les échantillons bien connus de Welkenraedt (fig. 13).



Fig. 13.
Blende concrétionnée, englobant des trémies de galène.
(*Photographie grossie trois fois*).

Aveyron. La blende se rencontre dans les filons de galène étudiés plus haut. Ceux du district de Villefranche (le filon de la Beaume est seul exploité aujourd'hui) paraissent surtout riches à ce point de vue. Ils fournissent des géodes de blende brune ferrifère dans lesquelles se trouvent quelquefois des cristaux atteignant 1 ^{cm} ; c'est le type dodécaédrique qui y domine avec ou sans p, $\pm 1/2\, a^1$ et $1/2\, a^3$; les macles sont fréquentes.

Lozère. La blende accompagne la galène dans un grand nombre de filons de la Lozère (voir page 485), et notamment dans ceux de Mazimbert près Villefort; elle s'y trouve avec pyrite, chalcopyrite, calcite, barytine, quartz.

Ardèche. Le filon de galène de l'Échelette, à Theys, a fourni d'assez jolis cristaux jaunes transparents de blende (type dodécaédrique) et des masses écailleuses du même minéral associées à des cristaux de galène et à de la barytine.

La mine de Largentière renferme aussi de la blende, associée à de la galène. Son altération donne naissance à des efflorescences de *goslarite*.

Haute-Loire. Voir à *galène*. La blende brune accompagne la stibine dans les filons de Lubilhac ; elle est postérieure à ce minéral et recouvre souvent le quartz dont elle enveloppe les cristaux.

Cantal. Corrèze. Voir à *galène.*

Charente. Sur la bordure du Plateau Central, la blende se trouve en grandes lames ferrugineuses dans les divers gisements de galène des environs de Confolens. La collection du Muséum possède un petit morceau de blende concrétionnée cadmifère (schalenblende), tout à fait identique, comme structure, à l'échantillon représenté par la figure 3. Au Grand Neuville près cette ville, s'observent, dans le granite, des filons de quartz contenant une blende à très grandes lames dans laquelle ont été signalées des traces de platine. A Alloue, ce même minéral se trouve aussi en tétraèdres nets (voir à *galène*).

Puy-de-Dôme. La blende se trouve dans les gisements de galène cités page 487, mais elle est particulièrement abondante à Pranal près Pontgibaud en masses lamellaires ou en cristaux d'un brun rouge. Les cristaux, parfois de grande taille, sont généralement peu nets par suite des groupements irréguliers. J'ai cependant recueilli de petits cristaux nets appartenant au type dodécaédrique et offrant souvent $1/2\ a^1$ avec des macles polysynthétiques.

Loire. Voir page 488. La blende est particulièrement abondante dans les filons de Saint-Julien-Molin-Molette et de Pont-la-Terrasse.

Rhône. Parmi les filons quartzeux plombifères du Beaujolais qui tous renferment de la blende, il y a lieu de faire une mention spéciale pour celle de Poule, de Monsols, de Chenelette, et surtout pour celle de Propières, qui a une teneur élevée en cadmium (voir page 524). Elle forme parfois des dodécaèdres avec ou sans $1/2\ a^1$, mais le plus souvent, elle se rencontre en masses lamellaires d'un jaune brun rougeâtre engagées dans le quartz.

La blende se trouve mélangée à la pyrite et à la chalcopyrite de Sain Bel et Chessy, à la pyrrhotite de Quincié, etc.

Saône-et-Loire, Allier, Cher, Nièvre. Voir à *galène.*

Vosges. — [*Lorraine*]. La blende lamellaire constitue avec la galène un accident minéralogique des filons d'hématite de la plaine de Creutzwald.

[*Alsace*]. Les filons d'Urbeis, de Lalaye, du Katzenthal près Lembach (avec calamine), de Thann (gros cristaux p, $\pm 1/2\ a^1$ avec macles polysynthétiques) peuvent être cités comme gisements de blende, accompagnant la galène.

La blende s'est trouvée accidentellement dans la plupart des filons argentifères de Sainte-Marie-aux-Mines, en masses lamellaires ou en cristaux transparents jaunes ou noirs appartenant au type rhombododécaédrique avec ou sans p, a^1, a^3 (311) ; les macles y sont fréquentes. L'argent natif, la panabase, les argents rouges sont associés à cette blende qui est engagée dans la calcite ou le quartz.

Dans les filons de galène proprement dits, la blende est lamellaire et d'un brun noir.

De la blende en lames jaune citron a été accidentellement trouvée dans le filon d'hématite de Framont.

Haute-Saône. La blende est l'un des minéraux des filons de Plancher-les-Mines et de Château-Lambert.

Alpes. — *Haute-Savoie et Savoie* (voir à *galène*).

Je citerai seulement ici les anciennes mines des environs de Saint-Jean-de-Maurienne, fermées depuis la fin du siècle dernier (La Tanière de l'Ours, Bonvillard, etc.), qui ont fourni de beaux cristaux ($\pm$ a^1, b^1, p), associés à de la mésitite, du quartz hyalin, de la fluorine, de la chalcopyrite et de la galène.

Isère. Les gisements français de blende les plus remarquables par la beauté de leurs cristaux sont ceux de Laffrey. Des filons quartzeux y traversent les calcaires du lias. Souvent la gangue manque complètement et la blende, la galène, en magnifiques cristaux, tapissent des cavités du calcaire. Ces géodes contiennent en outre quelquefois des cristaux de quartz, de dolomie, de calcite, etc.

Il y a trois gisements principaux dont les minéraux ont un cachet spécial.

C'est au Grand Lac de Laffrey que se trouvent les plus beaux cristaux de blende; ils sont transparents, d'un jaune pâle, d'un jaune d'or, d'un jaune rougeâtre, parfois verts ou noirs. Leurs faces sont très brillantes : ils sont associés à des cristaux de galène.

Ce sont les plus beaux spécimens de blende que j'ai eu l'occasion d'étudier. J'y ai trouvé les deux types dodécaédrique et tétraédrique.

J'ai examiné, notamment, un échantillon de calcaire gris dont les fentes supportent de nombreux cristaux de galène et de blende atteignant 1 centimètre de plus grande dimension. Leurs faces sont extrêmement brillantes et donnent de bonnes mesures; leur couleur superficielle est noirâtre, mais quand on les

examine de près, on constate qu'ils sont verdâtres et translucides ; leur teinte foncée est due à un nombre considérable d'inclusions aciculaires de stibine. La fig. 14 représente la combinaison la plus simple, constituée par b^1 (110) et $+ 1/2\ a^3$ [κ (311)] ; ces deux formes ne manquent jamais, elles sont parfois accompagnées par de très petites facettes $+ 1/2\ a^1$ [κ (111)] et par des faces plus larges $- 1/2\ a^1$ [κ $(1\bar{1}\bar{1})$]. Tandis que le tétraèdre positif a des faces lisses et brillantes, les faces du tétraèdre inverse sont plus larges et portent des stries parallèles à leurs côtés, avec parfois une bordure constituée par $- 1/2\ a^{1/2}$ [κ $(\bar{2}\bar{2}1)$], $- 1/2\ a^{1/3}$ [κ $(\bar{3}\bar{3}1)$] et plus rarement $- 1/2\ a^{1/8}$ [κ $(\bar{8}\bar{8}1)$] et $- 1/2\ a^{2/5}$ [$(\bar{5}\bar{5}2)$] ; les faces du cube sont fréquentes (fig. 15). Dans ces cristaux, les hémitrapézoèdres positifs sont assez fréquents et variés $+ 1/2\ a^{12}$ [κ (12. 1. 1)], $1/2\ a^5$ [κ (511)], $+ 1/2\ a^4$ [κ (411)], $+ 1/2\ a^{7/2}$ [κ (722)] ; ils sont réduits à de petites facettes et n'existent presque jamais complets dans un même pointement ternaire ; ils sont souvent indiqués seulement par des stries, situées entre p et l'extrémité contiguë de $1/2\ a^3$; enfin de petites facettes correspondant à des tétrahexaèdres ne sont pas rares : $b^{5/2}$ (520), $b^{12/5}$ (12.5.0), $b^{3/2}$ (320), $b^{9/7}$ (970), $b^{5/4}$ (540) ; eux aussi sont rarement complets autour d'un même pointement quaternaire. La fig. 16 représente une combinaison de ce genre dans laquelle les hémitrioctaèdres et les tétrahexaèdres ont été représentés complets, les hémitropezaèdres ont été indiqués par des stries afin de ne pas compliquer la figure.

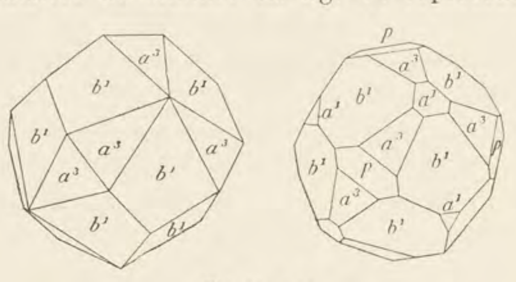


Fig. 14 et 15.

Blende du grand lac de Laffrey.

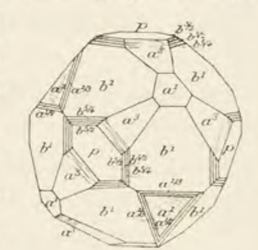


Fig. 16.

Blende du grand lac de Laffrey.

Le type tétraédrique diffère du précédent, qu'il accompagne parfois, par la prédominance du tétraèdre $- 1/2\ a^1$ et par le développement d'hémitrioctaèdres négatifs, alors que les hémitrioctaèdres positifs du type précédent manquent complètement. J'ai observé dans ces cristaux p, b^1, $a^{1/2}$, $- 1/2\ a^1$, quelquefois $+ 1/2\ a^1$; les formes hémiédriques

négatives sont — $1/2\ a^{1/2}$, — $1/2\ a^{1/3}$, plus rarement — $1/2\ a^{3/8}$ [χ (8$\bar{8}$3)], — $1/2\ a^{2/5}$ [χ (5$\bar{5}$2)) ; $1/2\ a^5$ [χ (5$\bar{1}$1)], — $1/2\ a^4$ [χ (4$\bar{1}$1)], — $1/2\ a^{7/2}$ [χ (7$\bar{2}$2)], — $1/2\ a^{9/4}$ [χ (9$\bar{4}$4)], — $1/2\ a^2$ [χ (2$\bar{1}$1)], — $1/2\ a^{3/2}$ [χ (3$\bar{2}$2)]; elles sont inégalement distribuées et réduites à de fines facettes striées.

Ces combinaisons se compliquent d'interpénétrations à axes imparfaitement parallèles qui rendent souvent difficile l'interprétation de ces cristaux.

Les deux catégories de cristaux qui viennent d'être décrites présentent des macles fréquentes. Elles sont surtout répétées dans le type tétraédrique et notamment dans des cristaux jaune d'or transparents, englobés souvent seuls dans des géodes de cristaux de calcite en rhomboèdres contournés.

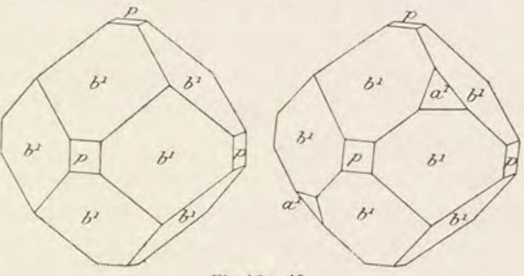


Fig. 17 et 18.
Blende de la Peyrère.

A la Peyrère, les cristaux sont plus gros, d'un jaune pâle : ils sont transparents ou translucides. Le plus souvent une partie au moins de leurs faces sont ternes et recouvertes de smithsonite ; ils sont fréquemment associés à de gros scalénoèdres de calcite laiteuse. Plus rarement, on trouve dans ce gisement des géodes tapissées de rhomboèdres de dolomie avec cristaux de galène, de blende jaune verdâtre recouverts par des aiguilles extrêmement fines de stibine.

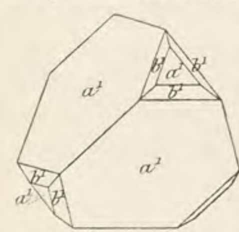


Fig. 19.
Blende de la Peyrère.

Les figures 17 et 18 représentent les formes les plus fréquentes de ces gros cristaux dans lesquels on observe aussi les macles habituelles. J'ai étudié un cristal tétraédrique (fig. 19) ayant plus de 2 centimètres de plus grande dimension.

La collection du Muséum possède un bel échantillon, étiqueté Laffrey, et provenant sans doute de ce gisement, dans lequel les cristaux de blende jaune sont recouverts d'une pellicule de smithsonite mamelonnée, qui n'altère cependant que peu leur forme extérieure. Quand on enlève cette croûte superficielle, on trouve une cavité imparfaitement remplie par la blende corrodée et parfois arrondie : on peut constater que la corrosion se propage le long des clivages dodécaédriques.

Enfin à Longerolle s'est rencontré un filon de blende compacte, finement grenue, jaune d'or ayant l'aspect de résine ; elle se trouve avec galène et bournonite.

La blende se trouve associée à de la smithsonite, à de la panabase, à Saint-Arey et à Prunières (Pellancon).

A la Fayolle en Saint Théoffrey se trouve un filon de blende avec galène, chalcopyrite, limonite, panabase ; il a fourni de jolis cristaux de blende rappelant ceux de Laffrey. Au Grand Roc de Mizoën, il existe un filon de blende à gangue quartzeuse.

De très belles macles clivables de blende transparente jaune d'or ou jaune verdâtre se rencontrent avec cristaux de galène (pa^1) dans les cavités de la sidérose de Saint-Pierre-d'Allevard : je n'y ai pas observé de cristaux distincts.

Dans les mines des environs de Vienne et notamment dans celle de la Poype, la blende est le minéral dominant, engagé dans une gangue de quartz calcédonieux avec galène, barytine, calcite, dolomie, smithsonite. De gros cristaux nets $\pm 1/2\, a^1$ et $b^1(110)$, $+ 1/2\, a^3 [\varkappa (311)]$, simples ou maclés, ont été trouvés autrefois dans ce gisement. Drian y a signalé des moules en creux laissés par des tétraèdres de blende, recouverts de quartz et de calcite.

La blende n'a été observée que comme produit accessoire dans les filons argentifères de la montagne des Chalanches. Elle ne s'y trouvait qu'en masses lamellaires rouges, brunes ou verdâtres, accompagnant l'argent natif, la panabase, la galène, etc.

Des cristaux de blende transparents ont été autrefois signalés avec galène dans les mines de Maronne-en-Oisans, dans celles de Theys (avec galène et sidérose), dans celles de Séchilienne (vallée de la Romanche), etc.

Hautes-Alpes. Voir à *galène*.

Drôme. Les filons de Condorcet renferment un peu de blende et de galène associée à de la célestite (voir à *célestite*).

Maures. — *Var*. La blende accompagne la galène, la fluorine, la barytine et le quartz dans la mine de Vaucron près la Garde-Freinet ainsi que dans celle de Faucon l'Argentière près Cogolin (avec fluorine), des Mayons du Luc, de Notre-Dame de Miramas (entre Grimaud et la Garde-Freinet).

La mine des Bormettes, située à l'Argentière, sur le bord de la

mer, non loin d'Hyères, est ouverte sur des filons quartzeux traversant la partie supérieure des schistes cristallins sans pénétrer dans le permien qui les surmonte.

Il existe trois veines inégales souvent accolées, possédant la même minéralisation, mais très irrégulière ; elles sont séparées des épontes par une mince salbande argileuse. (Fonteilles, *Notice sur la mine des Bormettes*, Marseille 1895). Le remplissage est formé par de la blende noire et du quartz avec un peu de galène, de bournonite et de chalcopyrite ; tous ces minéraux sont mélangés entre eux, formant parfois une roche rubanée. La blende, dans les échantillons que je dois à M. Fonteille, est à grandes lames d'un brun noir ; elle renferme de 7 à 8 % de fer et des traces de cadmium.

Les cavités sont extrêmement rares dans ce gisement qui ne fournit pas de cristaux distincts.

Dans le filon exploité à la Rielle en Collobrières, la blende ne renfermant pas plus de 1,14 % de fer est associée à de la galène dominante et à de la bournonite, de la sidérose, de la chalcopyrite.

Algérie. — La blende existe en quantité plus ou moins grande comme élément accessoire d'un certain nombre de filons de galène ou de chalcopyrite d'Algérie cités plus haut. Elle n'y présente d'intérêt minéralogique que dans les gisements suivants :

Constantine. La mine d'Aïn-Barbar, dans laquelle on exploite la chalcopyrite, a fourni autrefois de magnifiques cristaux de blende noire, atteignant plusieurs centimètres de plus grande dimension ; ils sont constitués par des tétraèdres 1/2 a^1, associés aux formes p (100), 1/2 $a^{5/2}$ [χ (522)], 1/2 a^6 [χ (611)] et offrant une grande analogie de forme avec la panabase. La fig. 20 empruntée à la description de la collection de Strasbourg par M. Groth représente les formes habituelles de ces remarquables cristaux.

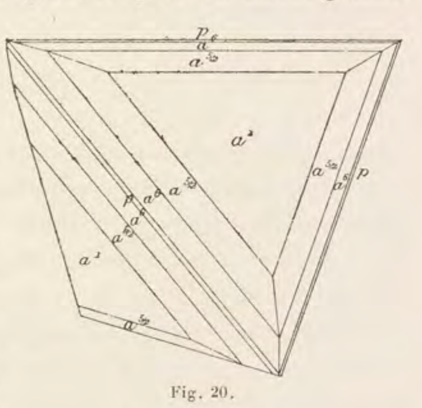


Fig. 20.
Blende d'Aïn Barbar.

Les mines de Sidi-Kamber (35 kilomètres O., 34°S de Philippeville) ont fourni de beaux échantillons de blende globuleuse, recouverte de

petits cubes de galène. Ils se trouvent dans les cavités de la sidérose avec des cristaux de barytine (*pm*). Ces globules de blende atteignant la grosseur d'une noisette dans les échantillons que j'ai examinés, rappellent en petit les nodules de Pontpéan. Ils en diffèrent par leur structure intérieure qui est lamelleuse et non fibreuse.

Les filons de Kef-Oum-Theboul renferment une très belle blende à grandes lames brunes, parfois associées à une variété fibreuse du même minéral dont j'ai constaté la monoréfringence; les minéraux qui accompagnent la blende sont la chalcopyrite, la pyrite, la galène, etc.

Alger. De beaux cristaux de blende jaune ou brun clair, transparents ou translucides ont été rencontrés dans les mines des environs de Tenès; ils recouvrent la chalcopyrite et sont parfois enduits d'un mince vernis doré de ce minéral. Ils présentent surtout les formes $\pm$ 1/2 a^1 et b^1 et sont généralement riches en macles polysynthétiques.

Nouvelle-Calédonie. — La blende accompagne la galène dans les gisements de la vallée du Diahot et notamment à la mine Mérétrice (voir à *galène*). Les échantillons que j'ai eus entre les mains ne présentent aucun cristal distinct, mais sont constitués par des masses lamellaires ou finement grenues.

b) *Amas calaminaires.*

Je place ici toute une série de gisements qui sont intermédiaires entre les filons proprements dits et les gîtes d'imprégnation d'assises sédimentaires. Ils se trouvent, en France, particulièrement dans le lias, mais on les rencontre jusque dans l'oxfordien; et en Algérie, dans le crétacé. Ils seront décrits en détail à l'article *smithsonite*, ce minéral étant leur substance caractéristique.

Cévennes. — *Gard.* Au nord d'Alais, sur la rive gauche du Gardon, dans les environs de Clairac, des filons de blende brune avec mouches de galène et de smithsonite se trouvent dans les calcaires siliceux du lias. A Clarpon près Bessèges, la blende est mélangée de smithsonite. L'exploitation de toutes ces mines est rendue difficile par l'abondance de la barytine et de la pyrite; le gisement passe aux gisements pyriteux qui seront décrits plus loin.

A Cendras près Alais, la blende n'est qu'un accident dans un gisement surtout formé par de la calamine: c'est dans cette localité qu'ont

été trouvés autrefois les cristaux de bournonite dont il sera question plus loin.

De nombreux filons se rencontrent près du Mas d'Etzas, non loin de Saint-Félix de Pallières; ils percent les calcaires du lias reposant sur des quartzites en contact avec le granite; leur remplissage est constitué par de la blende, de la galène, de la pyrite et de la smithsonite.

La zone la plus riche se trouve aux environs de Saint-Laurent-le-Minier (Fons, Avinières, Bouillans, Mas Rigal, Mandesse, Coste Durfort (blende lamellaire jaune d'or), et surtout les Malines, la seule mine en active exploitation aujourd'hui. Ce dernier gisement consiste en filons ou amas de smithsonite avec galène, blende, etc.).

La blende est jaune orangé ou brune. C'est dans les cavités d'une blende brune, finement grenue, tapissée de cristaux de calamine que se trouvent les beaux cristaux de soufre dont il a été question plus haut. La blende des Malines renferme jusqu'à 19 °/₀ de fer.

Alpes. — *Drôme*. Le gîte de Merglon (montagne de Piémart, en face Châtillon en Diois, sur la rive gauche du Bez, affluent de la Drôme) se trouve dans les calcaires et les marnes oxfordiennes. Les filons sont constitués par de la calcite et de la smithsonite avec de la galène et de la blende accessoires.

Plateau Central. — *Ardèche*. Le gisement de Saint-Cierge est analogue au précédent.

Algérie. — Les gisements calaminaires d'Oran et de Constantine (voir à *smithsonite*) renferment presque exclusivement de la smithsonite avec parfois de la calamine. La blende n'est abondante que dans ceux du département d'Alger.

Alger. Les mines des environs de l'Arba (R'Arbou et Sakamody, etc.) et de Palestro (Guerrouma) se trouvent dans les schistes cénomaniens (R'Arbou), ou le sénonien ; la gangue est calcaire à R'Arbou, constituée par de la sidérose et de la barytine à Sakamody. La blende forme dans ce gisement des lentilles massives, souvent très pures, parfois mélangées à un peu de galène, de smithsonite et de cérusite, ainsi qu'aux débris des terrains encaissants qu'elle cimente. M. Gentil a trouvé quelques cristaux de blende ($p\, b^1$, avec les faces p dominantes), associés à de la galène et de la cérusite dans le gîte calaminaire de l'Ouarsenis.

Tunisie. — Il existe en Tunisie d'assez nombreux gisements cala-

minaires dont le minerai principal est la smithsonite, mais qui renferment aussi de la blende abondante ou accidentelle. Les gisements suivants ont fait l'objet de demandes de concession :

Djebel Bou-Jaber (30 km. E. de la gare de Morsott); Djebba (24 km. S.-E. de Souk-el-Kemis); Kanguet-el-Tout (30 km. au N. de Béja); Sidi-Ahmet (40 km. de Béja); Zaghouan (60 km. au S. de Tunis); El-Akhouat (32 km. S.-O. de Teboursouk) et enfin Djebel-Reças (25 km. S.-E. de Tunis). Ce dernier gisement a été étudié par M. Stache (*Verhandl. k. k. geol. Reichs. Wien.* 1876. 56) qui y a signalé les minéraux suivants : blende, galène, voltzite, smithsonite et calamine, willemite, kapnite, zincite, hydrozincite.

2° *Dans les terrains sédimentaires.*

Dans les gisements qui suivent, la blende se trouve en très petite quantité, souvent associée à la blende et à la pyrite : elle ne constitue qu'un accident minéralogique intéressant.

a) *Dans les assises paléozoïques.*

Flandre. — *Nord.* Des masses de blende d'un jaune de miel rougeâtre, atteignant parfois la grosseur du poing, se rencontrent dans les géodes du calcaire frasnien de la carrière du château Guillard en Trélon; ce minéral est accompagné de pyrite et de galène cubiques (Cayeux. *Ann. Soc. géol. Nord.* XIX. 89. 1891). La blende se trouve avec pyrite en dodécaèdres maclés et interpénétrés dans les fissures des roches de la formation houillère des mines d'Anzin (Saint-Mark).

Artois. — *Pas-de-Calais.* La blende a été trouvée en concrétions mamelonnées dans un calcaire gris des environs d'Arras (Brongniart. *Minéralogie*. II. 143. 1807).

Plateau Central. — *Loire.* La blende accompagne la galène et la barytine cristallisée dans les rognons de fer carbonaté des mines de houille du Treuil près Saint-Étienne.

Saône-et-Loire. De petits cristaux [b^1 (110), 1/2 a^1 (111)] ont été trouvés avec pyrite dans les fentes des schistes houillers d'Igornay.

Vosges. — [*Alsace*]. De petits grains de blende ont été rencontrés dans les grès houillers de Lalaye.

Haute-Saône. Des mouches de blende se trouvent dans les nodules de fer carbonaté lithoïde du houiller de Ronchamp et de Champagney.

b) *Dans les formations secondaires.*

Plateau Central. — *Rhône et Ardèche*. La blende forme des mouches dans le lias du Mont d'Or lyonnais, dans celui d'Arches près Saint-Fortunat (*Ardèche*) (Drian, *op. cit.*, 515).

Saône-et-Loire. J'ai recueilli autrefois dans les carrières de calcaire liasique de Génelard des échantillons de galène, de blende vitreuse jaune (b^1) et de pyrite dans des nodules ligniteux, riches en calcite cristallisée.

[*Lorraine*]. La blende se trouve avec célestite et pyrite dans les fentes des septarias des marnes liasiques de la Moselle et notamment à Grimont. On la trouve aussi dans le minerai de fer oolithique.

Vosges. — [*Alsace*]. Daubrée a signalé (*Desc. géol. Bas-Rhin*. 411) l'existence de petits cristaux de blende d'un rouge grenat dans l'argile verte formant la gangue du minerai de fer pisolitique de Neubourg en Danendorf et sur les pisolites eux-mêmes.

Jura. — De petits cristaux b^1 rougeâtres transparents de blende se rencontrent dans des calcaires ferrugineux en amont de Montaigu et dans l'intérieur même de leurs fossiles aux Piards, à Chevry, à Saint-Romain de Roches (Ogérien. *Hist. nat. Jura*. I. 318).

c) *Dans les assises tertiaires.*

Bassin de Paris. — *Seine*. La blende a été trouvée, en petits cristaux associés à de la galène, dans l'argile plastique des environs de Paris (Meudon, Auteuil, etc.).

Oise. La blende en très jolis cristaux bruns transparents ou translucides tapisse les fentes de l'argile ligniteuse de Mirancourt près Noyon : les formes dominantes sont b^1 et $1/2\ a^1$ avec de fréquentes macles polysynthétiques.

Vosges. — [*Alsace*]. Dans la collection que Daubrée a léguée au Muséum, j'ai trouvé de jolis petits cristaux du même minéral, implantés dans les fentes d'une argile bleuâtre de Mietesheim ; c'est proba-

blement celle dans laquelle ce savant a indiqué (*Desc. géol. Bas-Rhin*. 202) de petits lits de lignite et de la pyrite et qu'il attribue à l'éocène.

3° *Dans les fentes des roches éruptives.*

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. La blende accompagne la galène dans les fentes des granulites des environs de Nantes, à Miseri, à Barbin, à Chantenay (carrière du petit Saint-Joseph) ; elle y forme de petits cristaux d'un brun rouge, parfois très nets, b^1 (110), $1/2\ a^1$ simples ou maclés.

4° *Dans les cipolins et les calcaires paléozoïques.*

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. De la blende brune en masses clivables ou en mouches se rencontre dans le massif du pic du Midi de Bigorre et notamment au-dessous de l'Observatoire dans les calcaires paléozoïques métamorphisés par la granulite. Elle est surtout fréquente dans les calcaires, entièrement silicatés et transformés en agrégats cristallins de grossulaire et de diopside.

Ariège. Les cipolins des gneiss de Mercus et d'Arignac, dans lesquels j'ai rencontré une si grande quantité de minéraux intéressants (voir à *humites*), renferment par places de la blende brune lamellaire, de la galène et de la pyrite associées notamment à de la phlogopite. C'est dans la carrière de Mercus que j'ai trouvé ces sulfures en plus grande quantité. Ils sont régulièrement distribués dans le calcaire, comme les minéraux métamorphiques.

ALABANDITE.

Mn S

Cubique, tétraédrique.

Macles. Macle des spinelles.

Formes observées. a^1 (111).

Faciès. L'alabandite se trouve soit en cristaux nets, soit en masses granulaires ou massives.

Clivages. Clivage cubique parfait. Cassure inégale. Fragile.

Dureté. 3,5 à 4.

Densité. 3,95 à 4.

Coloration et éclat. Noir de fer, se ternissant rapidement à l'air et devenant brun. Poussière verdâtre.

Composition chimique. La composition théorique est la suivante :

S..........	36,9
Mn........	63,1
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, le minéral n'est pas modifié; dans le tube ouvert, il donne un dégagement d'acide sulfureux. Sur le charbon, après grillage l'alabandite est transformée en oxyde qui donne les réactions colorées du manganèse. Soluble dans l'acide chlorhydrique, même étendu, avec dégagement d'hydrogène sulfuré.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* Le seul gisement français d'alabandite se trouve à Adervieille (vallée du Louron). M. E. Bertrand l'y a trouvé en petits cristaux noirs associés à la diallogite et à la friedelite. Dans les échantillons que j'ai examinés, l'alabandite est englobée dans la diallogite. Comme celle-ci, elle résulte de l'altération superficielle d'un gîte profond de rhodonite (voir à *friedelite,* t. I, p. 302) ; elle se présente aussi en masses de plus ou moins grande dimension, possédant un clivage cubique des plus nets.

GROUPE DE LA WURTZITE

Le groupe de la wurtzite comprend deux minéraux isomorphes, hexagonaux et hémimorphes, qui sont :

Wurtzite.......	Zn S
Greenockite.....	Cd S

On peut rapprocher de ce groupe la *voltzite* (Zn^5S^4O), qui, au point de vue chimique, est une wurtzite (Zn^5 S^5) dont une partie du soufre

est remplacée par de l'oxygène (voir plus loin). L'examen optique montre que le minéral est uniaxe et positif comme la wurtzite. La voltzite n'a pas encore été rencontrée en cristaux distincts.

WURTZITE

Zn S

Hexagonale hémimorphe.

$$b : h = 1000 : 817,47$$
$$[a : c = 1 : 0,81747 \quad \text{(Friedel)}]$$

Formes et faciès. Les cristaux de wurtzite sont hémimorphes comme ceux de la greenockite ; dans les gisements français, ce minéral se présente non en cristaux distincts, mais en masses fibreuses (*spiautérite*).

Clivages. Dans les cristaux, il existe des clivages faciles suivant h^1 $(11\bar{2}0)$, et un clivage difficile suivant p (0001). Dans les masses fibreuses que j'ai observées, c'est le clivage p qui me semble le plus facile.

Dureté. 3,5 à 4.

Densité. 3,98 à 3,919.

Coloration et éclat. Noir brunâtre. Éclat résineux, Poussière brune.

Propriétés optiques. Pléochroïsme. Uniaxe positif : la biréfringence est peu élevée. Les fibres de wurtzite sont constituées par des lamelles aplaties suivant la base ; leur section est par suite de signe toujours négatif. Elles sont faiblement pléochroïques dans les teintes jaunes, avec maximum d'absorption suivant n_p.

Composition chimique et essais pyrognostiques. Comme la blende, mais plus facilement attaquée par l'acide chlorhydrique.

Diagnostic. La forme des cristaux distincts est caractéristique du minéral ; les propriétés optiques seules peuvent permettre de distinguer la wurtzite fibreuse de la blende quand celle-ci possède la même structure.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La wurtzite se rencontre dans les filons argentifères et zincifères ; elle y accompagne la blende. Elle constitue une partie des variétés

de blende fibreuse désignées sous le nom de *schalenblende*, celle notamment dont les fibres sont larges et écailleuses (*spiautérite*) : elle est parfois intimement associée à de la blende fibreuse.

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine*. La wurtzite fibreuse a été signalée à Ponpéan par M. Groth d'après un échantillon de la collection de Strasbourg (*op. cit.*). Les très nombreux échantillons de sulfure de zinc fibreux de ce gisement que j'ai eu l'occasion d'examiner, sont monoréfringents et constitués par de la blende fibreuse. (voir page 526).

GREENOCKITE

Cd S

Hexagonale, hémimorphe.

$b : h = 1000 : 810{,}91.$

$[a : c = 1 : 0{,}81091.$ (Mügge)]

Faciès. La greenockite ne se rencontre dans aucun gisement français sous la forme de prismes hexagonaux hémimorphes, si caractéristiques des cristaux de ce minéral ; on l'y trouve exclusivement en enduits pulvérulents.

Clivages. Les cristaux se clivent assez facilement suivant h^1 $(11\bar{2}0)$, très imparfaitement suivant p (0001).

Dureté. 3 à 3,5.

Densité. 4,9 à 5.

Coloration et éclat. Jaune citron, jaune d'or, jaune orangé, jaune de bronze. Les cristaux ont un éclat adamantin et résineux. Les enduits sont terreux. La poussière des cristaux varie du jaune orangé au rouge brique. Transparente ou translucide. Les enduits sont opaques.

Propriétés optiques. Uniaxe et positif.

$n_p = 2{,}688$ (Miller).

Composition chimique. La composition théorique est la suivante :

S.........	22,3
Cd.........	77,7
	100,0

Essais pyrognostiques. La greenockite devient d'un rouge carmin

quand elle est chauffée fortement dans le tube fermé, puis revient à sa couleur primitive en refroidissant. Dans le tube ouvert, elle dégage de l'acide sulfureux.

Sur le charbon, au feu réducteur, la greenockite donne l'enduit brun rouge caractéristique du cadmium.

Soluble dans l'acide chlorhydrique avec dégagement d'hydrogène sulfuré.

Diagnostic. La belle couleur jaune de la greenockite et ses réactions pyrognostiques constituent les caractères distinctifs de ce minéral.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

On sait que les cristaux de greenockite ont été trouvés dans les fissures de porphyrites d'Écosse où ils sont associés à la prehnite.

Dans tous les gisements français, le minéral est le résultat de la décomposition de la blende cadmifère. Quand celle-ci s'altère, le zinc disparaît sous forme de sulfate soluble ou se transforme en calamine ou en smithsonite; le cadmium s'isole sous forme d'enduit jaune de greenockite, recouvrant directement la blende ou se déposant dans les fissures de la gangue. Parfois aussi la greenockite est englobée par les composés zincifères oxygénés (smithsonite, calamine) qu'elle colore en beau jaune d'or.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Les enduits de greenockite ne sont pas rares sur la blende ou le calcaire des mines d'Ar et d'Anglas près des Eaux-Bonnes.

Hautes-Pyrénées. C'est dans les mines de Pierrefite que j'ai recueilli (*B. S. M.* VII. 463. 1884) les plus intéressants échantillons de greenockite que j'ai à citer ici : les enduits de ce minéral y sont plus épais que dans les gisements précédents. La blende de Pierrefitte est par place recouverte d'un enduit régulier de calamine, hérissé de pointements cristallins; ce minéral est parfois extrêmement riche en inclusions de greenockite et possède alors une magnifique couleur jaune d'or. Il est nécessaire d'employer la loupe ou même le microscope pour voir la disposition de ce pigment coloré, distribué suivant des zones concentriques.

Haute-Garonne. De légers enduits de greenockite ont été trouvés

dans le filon de fluorine de la montagne de Cazarilh près Barcugnas (en face la gare de Luchon). Ils proviennent de la décomposition de la blende et se trouvent à la surface des divers minerais et gangues du gisement.

Ariège. J'ai trouvé des enduits de greenockite à la surface de la blende et de ses gangues sur les haldes de l'ancienne mine des Argentières près Aulus : elle existe aussi sous la même forme dans des rognons de galène, de blende et de sidérose, trouvés accidentellement dans la mine d'hématite de Rancié en Sem près Vicdessos.

Plateau Central. — *Dordogne.* La collection du Muséum possède de petits échantillons de blende noirâtre de Saint-Martin-le-Pin près Nontron, qui sont recouverts par un enduit jaune de greenockite.

Rhône. J'ai observé des enduits de greenockite à la surface de la blende cadmifère de Propières.

CINABRE

Hg S

Rhomboédrique, trapézoédrique. $pp = 92°37'$

$[a : c = 1 : 1,14526$ (Schabus)$]$

Macles. Macles avec rotation de 120° autour de l'axe ternaire, se faisant par pénétration ou par accolement suivant a^1 (0001).

Formes observées. a^1 (0001), e^2 $(10\bar{1}0)$, p $(10\bar{1}1)$.

$$pp = 92°37' \qquad pa^1 = 127°6'$$

Faciès des cristaux. Le type le plus habituel des cristaux de cinabre est formé par des rhomboèdres. Dans le seul gisement étudié ici qui ait fourni d'une façon certaine des cristaux distincts, ceux-ci sont constitués par des prismes hexagonaux allongés suivant l'axe vertical.

Le cinabre se trouve aussi en masses grenues, compactes ou terreuses.

Clivages. Clivage parfait suivant e^2 $(10\bar{1}0)$. Cassure conchoïdale ou inégale.

Dureté. 2 à 2,5. Un peu sectile.

Densité. 8 à 8,2.

Coloration et éclat. Rouge cochenille, rouge brun à gris de plomb.

Éclat adamantin, un peu métallique dans les variétés foncées. Aspect terreux dans les enduits. Poussière rouge écarlate.

Transparent ou opaque.

Propriétés optiques. Uniaxe et *positif* : le cinabre possède la polarisation rotatoire (Des Cloizeaux) ; les cristaux sont plus souvent gauches que droits, quelquefois on observe les spirales d'Airy, grâce à des pénétrations de deux individus de signe contraire. Les enchevêtrements des cristaux maclés sont souvent très complexes.

$$n_g = 3{,}201 \text{ (Dx)}$$
$$n_p = 2{,}854$$
$$n_g - n_p = 0{,}347$$

Composition chimique. La formule HgS correspond à la composition suivante :

S..........	13,8
Hg........	86,2
	100,0

Le cinabre est souvent mélangé à des argiles, des oxydes de fer, des matières bitumineuses, etc.

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, le cinabre donne un sublimé noir de sulfure de mercure ; après addition de carbonate de soude, il fournit un sublimé de mercure métallique. Dans le tube ouvert, il dégage des vapeurs sulfureuses et un sublimé de mercure en gouttelettes. Sur le charbon, il se volatilise, ne laissant que les impuretés dont il était mélangé.

Soluble dans l'acide azotique.

Diagnostic. Les formes, le pouvoir rotatoire et les réactions pyrognostiques ne permettent de confondre le cinabre avec aucun autre des minéraux (argents rouges, etc.) possédant une couleur rouge voisine de la sienne.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Je n'ai à considérer le cinabre que dans les conditions suivantes :

1° Dans des gisements métallifères ;

2° Dans des assises sédimentaires.

Dans des gisements étrangers à la France, le cinabre a été trouvé en outre dans des sources thermales en relation avec des solfatares.

1° *Dans les gisements métallifères.*

a) *Dans des gisements essentiellement mercurifères.*

Le cinabre se rencontre parfois dans des filons où il constitue le minerai principal fréquemment associé à de la pyrite. La plupart de ces filons ont une gangue quartzeuse ; ceux d'Algérie ont une gangue de barytine.

Normandie. — *Manche.* Une mine de cinabre a été exploitée au xviii[e] siècle à Menildot, environ à 1 km. de la Chapelle-en-Juger, près de Saint-Lô. Le cinabre mélangé de pyrite imprègne un filon de quartz ; il existe aussi dans les schistes paléozoïques en contact avec le filon (*J. M.* I. 30. 1794). Je ne crois pas que le minéral ait jamais été trouvé en cristaux ou même en masses cristallines ; les échantillons que j'ai vus sont constitués par du quartz compact imprégné par le cinabre. Cette mine était déjà abandonnée à la fin du siècle dernier ; la dernière reprise a eu lieu en 1730.

Plateau Central. — *Tarn.* Des filonnets de quartz, riches en cinabre, traversent les schistes permiens des environs de Réalmont. Des galeries de recherches ont été notamment creusées sur le bord du ruisseau qui longe la route de Réalmont à Albi, à 800 mètres environ de la sortie du village, ainsi que sur la route de Réalmont à la gare de Laboutarié (à 3 km. du village).

J'ai visité ce gisement sous la conduite de MM. Barbey et Brémond. Le cinabreforme au milieu d'un quartz blanc jaunâtre des masses très cristal lines, facilement clivables, transl ucides sur les bords. Elles recouvrent des cristaux (1/2 b^2) de pyrite transformés en limonite. Je ne doute pas que des cristaux distincts ne se rencontrent dans ce gisement s'il vient à être exploité ; la petite galerie de recherche est actuellement inondée.

Algérie. — *Constantine.* Les filons de cinabre de Ras-el-Ma (à 10 km. S.-O. de Jemmapes) se trouvent dans les grès de l'éocène supérieur (ligurien) ; ils sont riches en barytine et fournissent un cinabre pulvérulent d'un rouge vermillon magnifique.

Le gisement de l'Oued-Noukhal (à 12 km. N.-N.-E. de Jemmapes)

renferme des veines pauvres de cinabre à gangue de barytine, traversant les calcaires liguriens.

Nouvelle-Calédonie. — Des filons de cinabre ont été rencontrés, il y a peu de temps, aux environs de Nakéty, à la mine Fougères et à Bourail. Les échantillons que j'ai examinés et dont l'un d'eux m'a été remis par M. de Limur, consistent en quartz, renfermant du cinabre qui s'isole même dans des géodes; il se trouve en cristaux nets, allongés suivant l'axe vertical et présentant d'ordinaire la combinaison unique a^1 (0001), e^2 (10$\bar{1}$0), rarement avec p (10$\bar{1}$1). Ces cristaux atteignent 4 à 5 millimètres de longueur : leurs faces sont ternes. Le cinabre se trouve aussi en masses grenues, mélangées à de la pyrite ; du mercure natif en gouttelettes s'observe dans ses fentes.

b) *Dans des gisements antimonifères.*

Le cinabre est associé à la stibine de quelques gisements de stibine se présentant dans diverses conditions géologiques (filons quartzeux, roches anciennes ou filons calcaires d'âge postcrétacé).

Corse. — Le cinabre accompagne la stibine des mines du cap Corse, décrites page 456. Il abonde surtout dans le gîte de Pastina en Méria. Ce minéral est intimement associé à la stibine dont il entoure fréquemment les cristaux autour desquels il forme une gaine continue. Il constitue des masses cristallines dépourvues de cristaux géométriquement distincts. Ce cinabre est accompagné de pyrite, de soufre natif, etc. La gangue de ces minéraux est du quartz parfois extrêmement peu abondant.

Je n'ai aucun renseignement précis sur le gisement de Balagna en Occhia (à l'est de Calvi), cité par Nöggerath (*Z. Berg. Hütten preuss. Staat*. XD. 386. 1862) comme fournissant du cinabre très pur.

Algérie. — *Constantine*. Le cinabre se rencontre dans divers gisements antimonifères (voir page 457) du département de Constantine. Il présente, et notamment à Ouled-Ali, à 16 km. N.-N.-O. de Guelma, à Sanza et à Hamimat, au Djebel-Taya près Hammam-Meskoutine, les mêmes particularités qu'au cap Corse. Ce minéral y forme des masses compactes, finement grenues, d'un rouge foncé, qui se présentent, soit disséminées dans le calcaire, soit plus souvent disposées sous forme de gaine autour de cristaux de stibine intacts, ou transformés en stibiconite. Dans les échantillons que j'ai examinés, la croûte de

cinabre, qui peut atteindre près de $0^{cm},5$ d'épaisseur, est hérissée de pointements cristallins plongeant dans le calcaire ; ils sont formés par de petits rhomboèdres, mais je n'ai pu isoler aucun d'eux.

c) *Dans des gisements cuprifères, plombifères, zincifères.*

Vosges. — *Belfort*. La collection du Muséum possède un vieil échantillon provenant des mines de Giromagny. Il est constitué par de la panabase argentifère renfermant un nid de cinabre en belles lames rouge rubis, très translucides, qui englobent des rhomboèdres blancs d'un calcaire magnésien. Le cinabre de ce gisement est remarquablement beau ; je ne crois pas qu'il ait été signalé jusqu'à présent.

Alpes. — *Isère*. Schreiber a trouvé (*J. M.* IX. 433. 1799), dans la mine des Chalanches des masses cristallines de cinabre renfermant quelquefois de petits rhomboèdres transparents. Ce minéral se trouvait dans des filonnets minces à gangue calcaire ; il était englobé dans de l'asbolane avec argent natif, mercure natif, asbeste.

Le même auteur a étudié les recherches de Pellancon en Saint-Arey (ou Saint-Herey) près Lamure (*op. cit.*, 433), déjà signalées par de Bournon (*J. P.* XXIV. 207. 1784) ; le cinabre pulvérulent s'y trouve dans un calcaire jurassique avec galène et blende. Il n'y a pas de filon à proprement parler, le calcaire est traversé par des veinules de calcite spathique de quelques centimètres d'épaisseur imprégnées de cinabre d'un beau rouge.

A la montagne de Prunières (Combe Guichard, Combe du Merle), située entre Pellancon et Lamure, on a rencontré, dans les mêmes conditions, un peu de cinabre avec de la bournonite, de la malachite, de la blende, de la galène.

Dans les nombreux échantillons de ces gisements que j'ai eu l'occasion d'étudier, le cinabre forme des enduits rouge foncé dans les cavités caverneuses de calcite, de smithsonite ou à la surface de blende et de galène très corrodées.

Algérie. — *Constantine*. Le cinabre se trouve à Taghit (42 km. S., 8° Ouest de Batna), dans la vallée de l'Oued-Abd, au milieu de filons traversant le néocomien et renfermant en outre de la blende et de la galène.

A Bir-Beni-Salah (à 17 km. S. de Collo), une concession a été accordée pour l'exploitation d'un filon de cinabre et de galène traver-

sant les gneiss. Des mouches de cinabre ont été trouvées, avec galène et panabase, dans les calcaires de l'éocène supérieur (ligurien) du Djebel-Greier, à 5 km. E.-S.-E de Jemmapes.

Des indices de cinabre existent aussi au nord-est de Batna, à Sarit et à Chaude-Fontaine.

Alger. Le cinabre se rencontre mélangé à la galène et à la blende dans le gîte de Douar-Gerrouma, situé près de Palestro, dans des calcaires crétacés.

Tunisie. — Des mouches de cinabre et de panabase, accompagnées de chessylite, se trouvent dans des filons de fluorine affleurant au milieu de calcaires jurassiques du Djebel-Oust (contrôle de Tunis).

2° *Dans des formations sédimentaires.*

Je citerai ici les deux gisements suivants, bien qu'ils se trouvent en Belgique, à cause de leur analogie avec celui d'autres sulfures, tels que la galène, la blende, la pyrite, etc., étudiés plus haut ou plus loin.

[**Belgique**]. — Le cinabre en lames ou en grains a été trouvé comme accident rare à Dave, dans la dolomie carbonifère et dans une veine de calcite spathique du calcaire frasnien. M. Césaro l'a rencontré (*Bull. Ac. Belg.* XXX. 56. 1895) au Rocheux en petits rhomboèdres groupés à axes imparfaitement parallèles. Ces cristaux dépassent 1 millimètre ; ils sont terminés par a^1 (0001) et sont implantés dans de la barytine. Ils sont superficiellement irisés ; ils présentent parfois la macle suivant a^1.

COVELLITE

Cu S

Hexagonale (rhomboédrique ?).

$$b : h = 1000 : 114,66.$$
$$[a : c = 0,11466 \text{ (Kenngott)}]$$
$$p\, b^1 = 127°4'$$

Formes et faciès. La covellite n'existe pas en cristaux dans les gisements français ; elle ne s'y rencontre qu'en masses compactes.

Clivages. Clivage a^1 (0001) facile, donnant des lames minces flexibles

Dureté. 1,5 à 2.

Densité. 4,59 à 4,64.

Coloration et éclat. Bleu indigo, parfois presque noir. Les cristaux ont un éclat métalloïde, un peu gras, nacré sur les lames de clivage, un peu résineux ou terreux dans la cassure. Poussière d'un gris noir à noir opaque.

Composition chimique. La formule CuS correspond à la composition suivante :

S..........	33,6
Cu.........	66,4
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, donne un sublimé de soufre. Dans le tube ouvert, dégage des vapeurs sulfureuses. Au chalumeau, brûle avec une flamme bleue, en dégageant une odeur sulfureuse, puis fond en un globule de cuivre.

Avec les acides, se comporte comme la chalcosite (voir p. 513).

Diagnostic. Les réactions dans le tube fermé et la façon dont la covellite se comporte sur le charbon permettent de distinguer ce minéral de la chalcosite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La covellite se rencontre dans un très grand nombre de gisements cuprifères et plombifères ; elle résulte de l'altération de la chalcopyrite, de la chalcosite, etc. Elle est parfois intimement mélangée à celle-ci (*digenite* de Breithaupt).

Quelques-uns des gisements énumérés à l'article *chalcopyrite* et beaucoup des mines de galène renfermant accessoirement de la chalcopyrite, contiennent de la covellite sous forme d'enduits.

Aucun gisement français ne mérite, à ce point de vue, une mention spéciale pour la beauté des échantillons de covellite qu'ils fournissent, sauf toutefois les deux suivants :

Plateau Central. — *Rhône.* La covellite a été trouvée à Chessy en beaux échantillons irisés.

Nouvelle-Calédonie. — La covellite, d'un bleu indigo, accompagne l'érubescite, la chalcosine, la chalcopyrite dans la mine Pilou (voir à *chalcopyrite*) ; elle y forme de beaux échantillons de collection.

GROUPE DE LA MILLERITE

Les minéraux de ce groupe sont hexagonaux ou rhomboédriques et présentent des paramètres voisins. Ce sont les suivants :

Millerite.........	Ni S
Nickelite.........	Ni As
Arite............	Ni (As, Sb)
Breithauptite.....	Ni Sb
Troïlite.........	Fe S

auxquels on peut ajouter l'espèce suivante :

Pyrrhotite....... $Fe^n S^{m+1}$

MILLERITE

Ni S

Rhomboédrique : $pp = 98°43'$

$[a : c = 1 : 0,9883$ (Miller)$]$

Faciès. La millerite se présente en fines aiguilles, parfois groupées en houppes délicates. Ces aiguilles sont souvent capillaires, d'où le nom de *harkise* qui leur a été souvent donné. Elle forme aussi des masses fibreuses à surface mamelonnée.

Clivages. Clivages parfaits suivant $a^{8/5}$ $(10\bar{1}6)$, $a^{4/7}$ $(01\bar{1}6)$, $a^{5/2}(10\bar{1}3)$, et $a^{1/4}$ $(01\bar{1}3)$. Cassure inégale.

Dureté. 3 à 3,5.

Densité. 5,3 à 5,65.

Coloration et éclat. Jaune de laiton, jaune bronze devenant gris et irisé dans les surfaces exposées à l'air. Éclat métallique. Poussière gris noir. Opaque.

Composition chimique. La formule Ni S correspond à la composition suivante :

S...........	35,4
Ni..........	64,6
	100,0

Il existe souvent un peu de cobalt, de cuivre, de fer, remplaçant une proportion équivalente de nickel.

Essais pyrognostiques. Dans le tube ouvert, dégage de l'acide sulfureux. Au chalumeau, fusible en un globule magnétique qui donne, après dépôt de soufre, une perle violette au feu oxydant, grise au feu réducteur (Ni). Le résultat du grillage sur le charbon est magnétique.

Altérations. Se transforme très facilement en morénosite.

Diagnostic. Les caractères extérieurs de la millerite fibreuse peuvent la faire confondre avec la marcasite, mais les essais pyrognostiques rendent facile le diagnostic. La structure capillaire, si fréquente dans la millerite, est très caractéristique de ce minéral.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Dordogne.* Des filons de pyrite ont été exploités dans les contreforts des montagnes du Limousin, à Chabanne en Saint-Romain, non loin de Thiviers. Le gîte renferme des géodes, tapissées de cristaux de calcite dans lesquels M. Barret a trouvé de la millerite (*Géol. du Limousin.* 190. 1892). L'échantillon que je dois à l'obligeance de M. Barret renferme quelques aiguilles capillaires de millerite jaune, excessivement minces, à peine adhérentes à leur gangue calcaire. Elles sont associées à de petits cristaux de pyrite. La millerite paraît avoir été peu répandue dans ce gisement.

[**Belgique**]. — La millerite a été rencontrée dans des géodes de dolomie ferrifère du charbonnage du Hasard, à Micheroux (Firket. *Ann. Soc. géol. Belgique.* 1878, p. cxx) sous forme de longues aiguilles divergentes.

NICKELITE

Ni As

Hexagonale.

$$b : h = 819{,}4.$$

$$[a : c = 1 : 0{,}8194 \text{ (Breithaupt)}]$$

Formes. Dans les gisements français, la nickelite se rencontre exclusivement sous forme de masses, très finement cristallines, ou

même tout à fait compactes. Elle forme aussi des masses réniformes.

Clivages. Pas de clivage. Cassure inégale. Fragile.

Dureté. 5 à 5,5.

Densité. 7,33 à 7,67.

Coloration et éclat. Rouge de cuivre pâle se ternissant par exposition à l'air et prenant alors une teinte grise ou noirâtre. Poussière noire, brunâtre clair. Opaque.

Groupements réguliers avec d'autres minéraux. La nickelite est fréquemment associée à la chloanthite; il n'y a pas entre ces deux minéraux de relation géométrique, mais ils présentent un mode régulier d'association La nickelite concrétionnée est recouverte d'un enduit de chloanthite qui en moule toutes les sinuosités (fig. 1) et qui se termine à l'extérieur par des pointements cristallins. Je n'ai jamais observé une disposition inverse de ces deux minéraux.

Composition chimique. La composition théorique correspond à la formule Ni As donnée en *a*.

Généralement, le minéral renferme un peu de soufre, de fer, de cobalt : souvent il contient de l'antimoine et il se produit alors des passages à la *breithauptite* par l'intermédiaire de l'*arite* sous le nom de laquelle j'ai rangé toutes les variétés renfermant plus de 10 °/₀ d'antimoine.

b) Analyse de la nickelite de la mine des Chalanches par Berthier (*A. M.* IV. 467. 1819).

	a	*b*
As	56,1	48,80
Sb	»	8,00
S	»	2,00
Ni	43,9	39,94
Co	»	0,16
Fe	»	traces
	100,0	98,90

Propriétés pyrognostiques. Dans le tube fermé, donne un sublimé blanc d'acide arsénieux. Dans le tube ouvert, verdit et donne des vapeurs arsenicales avec des traces de vapeurs sulfureuses dans les variétés contenant du soufre (Chalanches). Sur le charbon, donne les

réactions de l'arsenic et un globule qui fournit les réactions du nickel et des minéraux accessoires qui l'accompagnent. Pour les variétés antimonifères, voir à *arite*.

Insoluble dans l'acide chlorhydrique, soluble dans l'eau régale.

Altérations. La nickelite s'altère superficiellement en se couvrant d'enduits d'un vert pomme constitués par de l'annabergite (*nickelocre* des anciens auteurs) (voir à *annabergite*).

Diagnostic. Voir à *breithauptite*. Les réactions pyrognostiques du nickel et l'absence de magnétisme permettent de distinguer la nickelite de la pyrrhotite qui est plus jaune que ce minéral.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La nickelite accompagne les minerais d'argent, de cobalt, de cuivre, de zinc, etc. ; elle est souvent associée à de la chloanthite qui, dans les gisements étudiés plus loin, lui est toujours postérieure.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* La nickelite a été trouvée par de Dietrich (*Descr. des gîtes de minerai des Pyrénées*. 340. 1786) en filonnets dans les calcaires paléozoïques de la carrière de Rioumaou (Riémau), sur le bord de la route de Luz à Gavarnie, peu après le pont de Saint-Sauveur. Il est aujourd'hui impossible de trouver en place ce minéral. Les échantillons de la collection du Muséum ont été recueillis par de Dietrich ; ils sont un peu antimonifères. Leur couleur est rouge de cuivre et se distingue bien de celle de l'arite des Basses-Pyrénées qui tire vers le violet.



Fig. 1.

Photographie d'une surface polie d'un échantillon de la vallée de Gistain, montrant la nickelite concrétionnée, moulée par de la chloanthite plus claire. Les parties plus foncées représentent des creux de la surface polie. (*Grossissement de deux fois.*)

La nickelite forme, dans un calcaire très cristallin, de petites veines

ne dépassant pas 6^{mm} d'épaisseur. Elle est souvent recouverte par de la pyrite et de la chloanthite ou entièrement mélangée à celle-ci. Les mêmes minéraux associés se trouvent aussi disséminés en petits grains dans la calcite. Les échantillons exposés à l'air sont généralement recouverts par de l'annabergite.

[*Aragon*]. Les gisements de la vallée de Gistain qui seront décrits plus loin à l'article *smaltite* renferment aussi de la nickelite concrétionnée et recouverte de chloanthite. La fig. 1 représente un échantillon de ce genre.

Plateau Central. — *Aveyron*. La nickelite a été trouvée en petite quantité dans le filon de la Beaume près Villefranche. Dans les échantillons que j'ai examinés, la structure concrétionnée est très nette; on voit sur les cassures fraîches la nickelite d'un jaune rouge, enveloppée de chloanthite blanche, elle-même englobée par la blende grenue et celle-ci par la sidérose. Ce minéral, découvert en 1868, a été retrouvé en 1876 au 3e niveau de la mine, à 253^{m} d'altitude et à environ 126^{m} au-dessous de l'orifice du puits (Daubrée. *A. M.* X. 532. 1876). Il a été signalé aussi dans la mine de Gourniès.

Puy-de-Dôme. Mossier aurait, d'après Bouillet (*Topog. minér.* 147), trouvé à Pontgibaud la nickelite associée à la smaltite et à la cobaltite.

Jura. — La nickelite a été signalée par Ogérien (*Hist. nat. Jura*. I. 317) dans un filon de la forêt de Frénois.

Alpes. — *Isère*. La nickelite est un des minéraux abondants des filons argentifères de la montagne des Chalanches ; elle se présente généralement sous forme de rognons à cassure compacte, d'un rouge jaunâtre, souvent recouverts par de la chloanthite. L'association des deux minéraux peut être facilement mise en évidence par le polissage des échantillons qui montre la surface arrondie de la nickelite recouverte par la chloanthite, qui pénètre aussi la masse de la nickelite. Les mamelons sont toujours de plus grande taille que dans l'échantillon représenté par la figure 1.

La nickelite de ce gisement se trouvait parfois mélangée d'une très grande quantité d'argent natif. L'analyse *b*) montre qu'elle renferme une quantité très notable d'antimoine et qu'elle établit par suite un passage avec l'arite.

La partie superficielle des rognons de nickelite est souvent recouverte de croûtes mamelonnées vert pomme d'annabergite.

C'est probablement aux dépens de la nickelite que s'est formée l'annabergite signalée par Gueymard dans un filon de blende et de calcite traversant le lias de la Salle en Beaumont (canton de Corps) (rive gauche du ruisseau de la Salle, à 25 mètres de l'église).

Il en est de même pour l'annabergite qu'accompagne l'or natif dans un filon de calcite ferrifère traversant les calcaires liasiques du château de Lamotte-les-Bains (Gueymard. *B. S. M.* XII. 515. 1855).

Je n'ai pas eu entre les mains d'échantillons provenant de ces deux gisements.

BREITHAUPTITE et ARITE

Ni Sb Ni (As Sb)

Hexagonales.

$b : h = 1000 : 858,6.$

[$a : c = 1 : 0,8586$ (Breithaupt[1])]

Formes des cristaux. Les cristaux de breithauptite et d'arite sont de menus prismes hexagonaux basés ; on ne peut les isoler que par dissolution du calcaire qui les enveloppe ; ils sont plus ou moins cristalliques et arborescents. L'arite forme le plus souvent des masses compactes.

Clivages. Pas de clivages. Cassure conchoïdale et inégale. Fragile.

Dureté. 5,5.

Densité. 7,541 (breithauptite) à 7,19 (arite)

Coloration et éclat. Rouge de cuivre, passant au violet. Les arites sont d'autant plus violettes qu'elles renferment plus d'antimoine.

Éclat métallique très vif. Poussière brun rouge. Opaque.

Composition chimique. La breithauptite pure (Ni Sb) possède la composition théorique *a*. Je range sous la dénomination d'arite tous les types dans lesquels la proportion d'antimoine dépasse 10 %. Ceux

1. Breithauptite.

dans lesquels la composition peut être représentée par la formule Ni (As, Sb) avec As : Sb = 1 : 1 correspondent à l'analyse *b*.

c) et *d*) analyse de l'arite de Balen, par Berthier (*A. M.* VII. 538. 1835);

e) Analyse de l'arite de la mine d'Ar, par Pisani (*C. R.* LXXVI. 239. 1873).

	a	*b*	*c*	*d*	*e*
As.......	»	24,0	32,3	33,0	11,5
Sb.......	67,2	38,4	28,0	[27,8]	48,6
Ni.......	32,8	37,6	34,5	33,0	37,3
Fe.......	»	»	1,4	1,4	»
Zn......	»	»	»	»	2,4
S........	»	»	2,5	2,8	1,7
SiO^2....	»	»	2,0	2,0	»
	100,0	100,0	100,7	100,0	101,5

Essais pyrognostiques. Dans le tube ouvert, donne des fumées antimoniales (et arsenicales pour l'arite). Sur le charbon, au feu réducteur, le minéral fond, l'antimoine (et l'arsenic dans l'arite) disparaissent, en laissant un enduit blanc. Donne les réactions du nickel. Insoluble dans l'acide chlorhydrique, ce qui permet d'isoler les cristaux par l'action de cet acide sur les gangues calcaires. Dans l'acide azotique, aisément soluble avec résidu blanc d'acide antimonique.

Diagnostic. La couleur de l'arite et de la breithauptite, d'un rouge tirant sur le violet, permet de distinguer au premier abord ces minéraux de la nickelite ; l'action de l'acide azotique permet de déceler l'existence de l'acide antimonique qu'il est facile en outre de mettre en évidence par les essais pyrognostiques.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* La breithauptite pure n'existe pas en France ; le minéral qui a été désigné par Adam sous le nom d'*arite* (*Tableaux minéral.* 40. 1869), et par M. Pisani (*op. cit.*) sous celui d'*aarite* se trouve à la mine d'Ar (Aar, Are), au-dessus des Eaux-Bonnes. Il accompagne l'argent natif, la dyscrasite, l'ulmannite, la blende, la pyrrhotite, etc., dans de petits croiseurs qui coupent les filons de blende. Le plus généralement à la mine d'Ar, l'arite forme des veinules ou des masses

compactes intimement mélangées à la blende et à l'ullmannite. On trouve cependant dans la blende des veines très riches en arite.

J'ai fait polir un échantillon de ce genre sur lequel on voit très nettement les formes hexagonales de l'arite se détachant sur un fond blanc de calcite.

Plus récemment, des échantillons analogues ont été trouvés dans des tas de minerais extraits des mines d'Anglas au-dessus de Gourette et non loin du premier gisement; l'arite s'y trouve avec les mêmes associations minérales, mais quelquefois aussi on la rencontre dans un calcaire à très grandes lames courbes où elle constitue des cristaux dendritiques tout à fait analogues à ceux d'Andreasberg dans le Hartz. En attaquant par l'acide chlorhydrique ces calcaires, j'ai pu en isoler des associations cristallitiques. Elles sont formées par de petits prismes hexagonaux basés, accolés à axes parallèles, pour former des groupements columnaires, creusés de cavités irrégulières et profondes que remplissait la calcite. Ces cristaux sont aussi associés à de l'ullmannite cristallitique.

L'ullmannite paraît jouer dans les gisements d'arite le même rôle que la chloanthite dans ceux de nickelite.

J'ai vu en activité les mines d'Ar et d'Anglas, il y a cinq ans; elles sont actuellement abandonnées.

C'est probablement du gisement d'Ar que proviennent les premiers échantillons qui furent analysés par Berthier (analyse *b*) et indiqués par lui comme venant de Balen, localité dont le nom ne se trouve sur aucune carte; peut-être est-ce un ancien nom de quartier de montagne de cette région?

TROILITE et PYRRHOTITE

FeS $\quad$ Fe_nS^{n+1}

Hexagonales.

$$b : h = 1000 : 870,1.$$

$$[a : c = 1 : 0,8701 \text{ (G. Rose)}]$$

Formes observées. p (0001); m $(10\bar{1}0)$, h^1 $(11\bar{2}0)$; a^1 $(11\bar{2}1)$; b^1 $(10\bar{1}1)$, $b^{1/2}$ $(20\bar{2}1)$.

Macles. Macles suivant b^1 $(10\bar{1}\bar{1})$ avec axes verticaux des cristaux presque à angle droit.

Les angles suivants ont été mesurés par G. Rose sur la pyrrhotite extraite de la météorite de Juvinas.

	Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés
$p\ a^1$	119°53′		$b^{1/2}\ a^1$	153°24′
$p\ b^1$	134°52′		$^*b^{1/2}\ b^{1/2}$ sur a^1	126°49′
$b^1\ b^1$ sur m	90°16′			
$b^1\ b^{1/2}$	161°19′	160°54′	$b^2\ b^1$ adj.	138°30′
$p\ b^{1/2}$	116°27′	116°57″		
$b^{1/2}\ b^{1/2}$ sur m	127° 6′		$a^1\ a^1$ sur $b^{1/2}$	128°38′

Faciès. Les cristaux de pyrrhotite sont des prismes hexagonaux plus ou moins modifiés, allongés suivant l'axe vertical ou aplatis parallèlement à la base ; ils sont rares. Le minéral se présente le plus souvent en masses compactes à structure plus ou moins grenue.

Groupements réguliers avec d'autres minéraux. Voir page 565.

Clivages. Clivage basique, parfois très net. Clivages difficiles suivant h^1 $(11\bar{2}0)$. Cassure inégale ou imparfaitement conchoïdale.

Dureté. 3.5 à 4,5. Fragile.

Densité. 4,58 à 4,64 ; 4,75 à 4,82 (troïlite).

Coloration et éclat. Jaune de bronze, rouge de cuivre, se ternissant à l'air en brunissant. Poussière noir grisâtre foncé.

Propriétés magnétiques. La pyrrhotite est magnétique, mais d'une façon très inégale suivant les échantillons. Quelques-uns d'entre eux sont magnétipolaires.

Composition chimique. La formule de la pyrrhotite est douteuse ou tout au moins ne paraît pas constante ; elle est toujours cependant de la forme $Fe^n\ S^{n+1}$. Les analyses conduisent à des rapports variant de $Fe^5\ S^6$ à $Fe^{16}\ S^{17}$. Les nombres suivants correspondent à la formule $Fe^{11}\ S^{12}$, qui représente la composition la plus habituelle.

S.........	38,4
Fe........	61,6
	100,0

La pyrrhotite renferme parfois une petite quantité de nickel et de cobalt.

La composition des minéraux analogues à la pyrrhotite que l'on trouve dans les fers nickelés et dans les météorites pierreuses n'est pas moins variable. Ceux des météorites pierreuses se rapprochent de la formule $Fe^n S^{n+1}$, tandis que ceux des holosidères sont voisins de la formule Fe S, on les désigne généralement sous le nom de *troïlite*. La composition théorique correspondant à cette formule est la suivante :

S..........	36,4
Fe.........	63,6
	100,0

Les différences de composition entre la pyrrhotite et la troïlite sont peu considérables ; les difficultés de purification et d'analyse sont assez grandes pour laisser douteuse la question de savoir si ces deux espèces sont identiques ou distinctes, elle a été récemment discutée par M. Cohen (*Meteoritenskunde*). La forme des deux minéraux étant la même, je ne les séparerai pas.

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, les pyrrhotites ne subissent pas d'altération. Dans le tube ouvert, elles donnent des vapeurs sulfureuses. Sur le charbon, elles fondent au feu réducteur en une masse noire magnétique qui, au feu oxydant, se transforme en oxyde ferrique rouge ; celui-ci donne les réactions du nickel et du cobalt dans quelques variétés.

Décomposées par l'acide chlorhydrique avec dégagement d'hydrogène sulfuré.

Altérations. La pyrrhotite se transforme parfois en pyrite et en marcasite ; elle peut être épigénisée en galène. Je décrirai plus loin de remarquables pseudomorphoses de ce genre que j'ai observées à Pontpéan. Plus généralement la pyrrhotite se transforme en limonite par le même procédé que la pyrite.

Diagnostic. La pyrrhotite se distingue de la pyrite par sa couleur, sa forme cristalline, sa densité, par son magnétisme dans les variétés magnétiques, et enfin par sa décomposition par l'acide chlorhydrique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La pyrrhotite est un minéral assez abondamment répandu dans la nature, mais qui se présente assez rarement en cristaux distincts.

On la rencontre dans les conditions suivantes :

1° Dans les roches éruptives ;

2° Dans les roches sédimentaires modifiées par des roches éruptives ;

3° Dans les météorites pierreuses et les holosidères ;

4° Dans les filons métallifères ;

5° Dans les schistes cristallins.

1° *Dans les roches éruptives.*

La pyrrhotite n'est pas rare dans les roches éruptives basiques (diorites, diabases, gabbros) ; elle y forme le plus généralement de petits grains ou des veinules dépourvues de formes géométriques. Aucun gisement français ne mérite de mention spéciale à cet égard, sauf peut-être celui des gabbros du Pallet (*Loire-Inférieure*) et des diabases du bois de Bitet près Arudy (*Hautes-Pyrénées*).

2° *Dans les roches sédimentaires modifiées par les roches éruptives.*

Les schistes et calcaires métamorphisés par le granite renferment fréquemment de la pyrrhotite, semblable à celle des roches basiques (*Pyrénées*, *Beaujolais*) ; ce genre de gisement ne fournit pas de bons échantillons, pas plus que les calcaires secondaires métamorphisés par la lherzolite et les ophites [Seix (*Ariège*), etc.]

3° *Dans les météorites pierreuses et dans les holosidères.*

La pyrrhotite est un élément presque constant des météorites pierreuses et des holosidères.

G. Rose a décrit de très jolis cristaux de pyrrhotite extraits de la météorite (*eucrite*) de Juvinas (*Ardèche*) (*A. C. P.* XXXI. 81. 1826). La fig. 1 est la reproduction de celle qu'il a donnée de l'un d'eux, le cristal présente les formes p (0001), m ($10\bar{1}0$), h^1 ($11\bar{2}0$), a^1 ($11\bar{2}1$), b^1 ($10\bar{1}1$) et $b^{1/2}$ ($20\bar{2}1$).

Le même minéral ne se rencontre qu'en grains dans toutes les météorites oligosidères françaises énumérées dans le tome I, à la page 192. Il forme de petites grenailles irrégulières, associées au fer

nickelé, moulant les éléments silicatés et notamment les chondres ; plus rarement il constitue de véritables nids comme dans la météorite de Tadjera près Sétif (*Constantine*).

On a vu plus haut que la pyrrhotite des météorites pierreuses semblait avoir une composition voisine de celle des pyrrhotites terrestres, alors que celle des holosidères paraît se rapprocher de la formule Fe S. On donne aux dernières le nom de troïlite. La troïlite forme des masses plus ou moins grosses, souvent séparées du fer nickelé qui les englobe par une zone de graphite. Le fer de Caille (*Var*) renferme des nodules de ce minéral ; la place de l'un d'eux est indiquée par la cavité de l'échantillon représenté par la fig. 2 de la page 397.

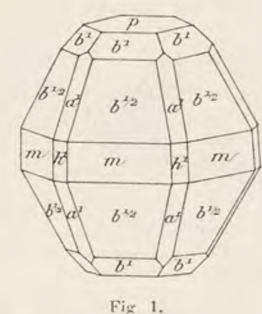


Fig. 1.
Pyrrhotite de la météorite de Juvinas

4° *Dans les filons métallifères.*

La pyrrhotite se rencontre dans un certain nombre de gisements métallifères de nature variée. C'est là qu'on la trouve en beaux cristaux parfois pseudomorphisés en marcasite.

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine*. La mine de Pontpéan a fourni de magnifiques groupes de cristaux de pyrrhotite, que j'ai récemment décrits (*Bull. Mus. d'Hist. nat.* II. 1896, et *C. R.* CXXIV 1897), d'après de remarquables échantillons donnés au Muséum par M. l'intendant militaire Pavot.

Ces pseudomorphoses forment des lames hexagonales dépassant 2^{cm} de diamètre. Elles sont souvent empilées, à axes imparfaitement parallèles, et implantées en grand nombre sur la gangue, perpendiculairement ou obliquement à leur face d'aplatissement (fig. 2). Elles rappellent souvent par leur disposition les lames de zinnwaldite des gisements stannifères de Bohême. Il existe parfois plusieurs centaines de semblables cristaux sur une surface de 1^{dmq}. Plus rarement, le même minéral forme des prismes hexagonaux de plus grand diamètre, plus épais (fig. 3) et quelquefois un peu allongés suivant l'axe vertical.

Par suite de la disparition complète de la substance initiale de ces cristaux, ceux-ci ne sont plus actuellement formés que de *marcasite* et de *pyrite* ou enfin de *marcasite* et de *galène*. Il n'est pas douteux cependant que ces cristaux n'aient été originellement constitués par de la pyrhotite dont ils présentent toutes les particularités de formes ; des pseudomorphoses de ce minéral en marcasite et en pyrite sont connues dans divers gisements allemands, mais ce qui donne un intérêt spécial aux pseudomorphoses de Pontpéan, c'est la régularité géométrique de leur structure. J'ai distingué, dans ces pseudomorphoses, les trois catégories suivantes :



Fig. 2.

Groupe de cristaux de pyrrhotite (pseudomorphoses en marcasite) de Pontpéan. (*Photographie réduite de moitié environ.*)

Groupements de marcasite seule sur pyrrhotite. — Ce sont les plus communs. Les cristaux de marcasite ayant moins de 1 ^{mm} appartiennent au type 2 qui sera décrit plus loin. Ces cristaux, aplatis suivant *p*, sont



Fig. 3.

Pyrrhotite de Pontpéan (pseudomorphoses en galène et en marcasite) en prismes hexagonaux implantés sur quartz. (*Photographie réduite de moitié environ.*)

implantés sur la face m (10$\bar{1}$0) de la pyrrhotite et leurs stries, parallèles à leur axe a, sont elles-mêmes parallèles à l'arête basique de la face du prisme hexagonal de la pyrrhotite. Il résulte de ce fait que l'axe binaire b de la marcasite est parallèle à l'axe sénaire de la pyrrhotite et que les deux autres axes binaires c et a de la marcasite sont parallèles à deux axes binaires du prisme hexagonal (fig. 4). Quand de petits cristaux de marcasite ne sont pas venus s'implanter, en outre, irrégulièrement sur la base a^1 (0001) de la pyrrhotite, celle-ci présente un aspect moiré, dû aux réflexions sur les arêtes mm des cristaux de marcasite, respectivement perpendiculaires aux côtés de la face hexagonale (fig. 5). Sur les faces m du prisme hexagonal, l'ensemble des stries de la marcasite simule les stries parallèles aux arêtes basiques qui existent normalement dans la pyrrhotite.

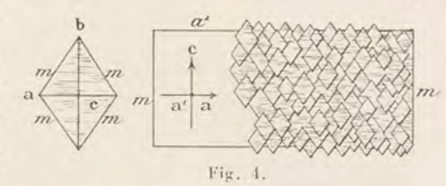


Fig. 4.

Disposition théorique de la marcasite sur une face m (10$\bar{1}$0) de pyrrhotite. A gauche, un cristal de marcasite a été représenté avec la direction de ses axes.

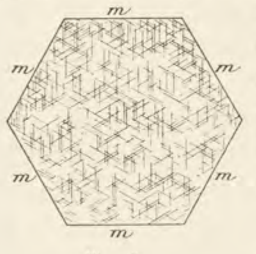


Fig. 5.

Face a^1 (0001) de pyrrhotite pseudomorphisée en marcasite, montrant la direction des arêtes mm de la marcasite disposées comme il est indiqué dans la fig. 4.

Groupements de marcasite et de pyrite sur pyrrhotite. — Ces groupements, beaucoup plus rares que les précédents, n'en diffèrent que parce que l'intervalle laissé par les cristaux de marcasite est occupé par de petits cubes de pyrite, orientés de telle sorte qu'une de leurs faces est parallèle à la base et une autre à une face du prisme hexagonal (fig. 6); leurs trois axes quaternaires coïncident donc en direction avec les axes binaires de la marcasite, avec l'axe sénaire et deux des axes binaires de la pyrrhotite (fig. 7).

Groupement de marcasite et de galène sur pyrrhotite. — Ces groupements ne se rencontrent que dans les grands cristaux ayant une certaine épaisseur (fig. 3). Le cristal paraît extérieurement formé par de la galène, souvent recouverte d'une croûte irrégulière de marcasite; quand on le brise, on voit que la galène ne forme qu'un enduit extérieur et des lames imprégnant le cristal qui est intérieurement formé par de la marcasite. L'orientation de la galène par rapport à la pyrrhotite est la même que celle qui vient d'être indiquée pour la pyrite,

mais avec une particularité intéressante. Ce minéral ne constitue pas, en effet, une infinité de petits cristaux comme la pyrite; le prisme hexagonal de pyrrhotite est occupé par trois cristaux de galène groupés en croix (fig. 8 et 9); ils ont tous : 1° une face p commune, parallèle à la base du prisme hexagonal; 2° une face p, parallèle à une face du prisme hexagonal. Il en résulte que lorsqu'on examine un semblable édifice, sur la face basique de la pyrrhotite, on n'aperçoit pas sa nature complexe. Si d'autre part on place sur le goniomètre le cristal, de façon à mesurer l'angle des deux faces prismatiques contiguës, après avoir eu soin d'écorcher les arêtes verticales du cristal, on voit apparaître une série de réflexions distantes les unes des autres de 60° ou de 30°.



Fig. 6.
Photographie d'une face m $(10\bar{1}0)$ de pyrrhotite de Pontpéan transformée en marcasite et en pyrite. (*Grossissement de trois fois.*)

Ces réflexions sont produites alternativement par les faces p extérieures (parallèles aux faces hexagonales de la galène) et par les clivages p intérieurs du même minéral dont la direction est indiquée par la figure 9. Ces groupements par pseudomorphose de galène, remplissant un prisme hexagonal, sont l'inverse des groupements pseudo-hexagonaux dans lesquels l'édifice de symétrie supérieure est formé par le groupement d'individus de symétrie inférieure. Ici, c'est le minéral élémentaire qui possède la symétrie la plus élevée.

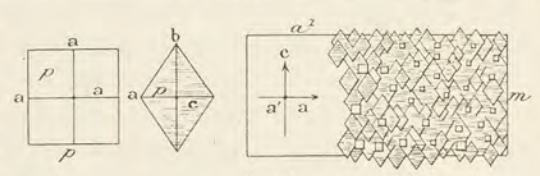


Fig. 7.
Disposition théorique de la marcasite et de la pyrite dans l'échantillon représenté par la figure 6. A gauche, un cristal de pyrite et un de marcasite ont été dessinés avec la position de leurs axes.

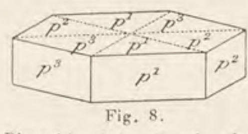


Fig. 8.
Disposition de la galène dans les pseudomorphoses de pyrrhotite.

Cette galène imprègne la marcasite et joue, par rapport à celle-ci,

un rôle analogue à celui de la calcite dans les célèbres rhomboèdres des grès de Fontainebleau, avec cette différence toutefois que la marcasite étant elle-même orientée, la structure est *pegmatique* et non *pœcilitique*, comme dans les cristaux de Fontainebleau dont les grains de quartz ont, les uns par rapport aux autres et par rapport à la calcite, une orientation quelconque.

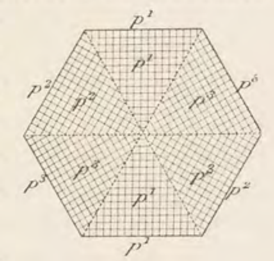


Fig. 9.
Face p (0001) de la figure 8, montrant la disposition des clivages cubiques de chaque secteur de galène.

Le tableau suivant résume les relations de symétrie liant la marcasite *orthorhombique*, la pyrite et la galène *cubiques* à l'édifice *hexagonal* de la pyrrhotite qu'elles ont remplacé :

Pyrrhotite (*hexagonale*).	Marcasite (*orthorhombique*).	Pyrite et galène (*cubiques*).
Axe sénaire.	Axe binaire *b*.	Axe quaternaire.
Axe binaire de première espèce.	Axe binaire *a*.	Axe quaternaire.
Axe binaire de seconde espèce.	Axe binaire *c*.	Axe quaternaire.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. De la pyrrhotite compacte, magnétipolaire, se rencontre à la mine d'Ar, au-dessus des Eaux-Bonnes, avec ullmannite, arite, blende, etc., dans une gangue quartzeuse et calcaire ; on l'y trouve seule dans le quartz du filon Saint-Pierre. Le même minéral se rencontre à la mine d'Anglas, notamment à Sourinée, au-dessus du lac sur la route de la mine d'Ar.

Ariège. J'ai eu récemment entre les mains de beaux blocs de pyrrhotite associée à de la chalcopyrite dans un filon situé au-dessus de Lacour, sur la rive droite du Salat.

Plateau Central. — *Rhône*. La pyrrhotite massive a été trouvée parfois en abondance, associée à la pyrite et à la chalcopyrite de Sain-Bel, à la pyrite de Claveysolles.

Alpes. — *Savoie*. La pyrrhotite s'est rencontrée en masses compactes dans les filons de chalcopyrite de Bonneval.

Algérie. — Les mines d'Aïn-Barbar près Bône ont fourni des pseudomorphoses en marcasite analogues à celles de Freyberg (Groth. *Minersamml. Strasb.* 45). Elles sont accompagnées de blende, de galène, etc.

5° *Dans les schistes cristallins.*

La pyrrhotite est très abondante en petits grains dans les roches basiques de la série des schistes cristallins, gneiss pyroxéniques et amphiboliques, amphibolites, pyroxénites, cipolins ; les échantillons de ce genre de gisement sont généralement plus gros que dans les roches éruptives et sédimentaires. J'ai parfois observé dans leur cassure des rudiments de prismes hexagonaux. Voici quelques gisements particulièrement riches en pyrrhotite.

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. Les amphibolites et grès amphiboliques des environs de Nantes sont depuis longtemps connus par leur pyrrhotite (Haute-Indre, La Chaterie en Saint-Herblain, etc.) qui s'isole parfois en masses à contours géométriques dans des veines feldspathiques. On la trouve aussi dans les gneiss à pyroxène et dipyre de Saint-Nazaire et de Saint-Brevin.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Des blocs de pyrrhotite ont été rencontrés à Saligos, dans la vallée de Luz, au milieu des schistes cristallins.

Ariège. La pyrrhotite en grains est abondante dans les cipolins de Mercus et d'Arignac, ainsi que dans les bancs silicatés qui y sont fréquents (voir à *humite*).

Plateau Central. — *Corrèze*. Parmi les amphibolites et les grès amphiboliques du Plateau Central, ceux des environs d'Uzerche (sur la route de Brive) se recommandent par leur richesse en pyrrhotite.

BISULFURES

GROUPES ISODIMORPHES DE LA PYRITE ET DE LA MARCASITE

GROUPE DE LA PYRITE	Densité.		GROUPE DE LA MARCASITE	Densité.
Pyrite.......	4,9 à 5,1	$Fe\ S^2$	*Marcasite*.....	4,85 à 4,9
»		$Fe\ As^2$	*Löllingite*	7 à 7,4
»		$Fe\ As\ S$	*Mispickel*	5,9 à 6,2
**Hauerite*	3,463	$Mn\ S^2$	»	
Smaltite.....	6,1 à 6,5	$Co\ As^2$	**Safflorite*	6,9 à 7,3
Cobaltite.....	6 à 6,3	$Co\ As\ S$	»	
**Ferrocobaltite*		$(Co, Fe)As\ S$	**Glaucodot*.....	5,9 à 6,01
»		$(Co,Fe)(As,Bi)\ S$	**Alloclasite*	6,6
Chloanthite ..	6,4 à 6,6	$Ni\ As^2$	**Rammelsbergite*	6,9 à 7,2
Gersdorffite..	5,6 à 6,2	$(Ni, Fe)\ As^2$	»	
»		$Ni\ As\ S$	»	
**Corynite*.....	5,99 à 6,03	$Ni\ (As, Sb)S$	**Wolfachite*....	6,372
Ullmannite...	6,2 à 6,7	$Ni\ Sb\ S$	»	
**Sperrylite*....	10,6	$Pt\ As^2$	»	
**Laurite*......	6,99	$Ru\ S^2$	»	

On voit d'après ce tableau que pour les types pyrite et marcasite, c'est la forme cubique qui est la plus dense et que pour tous les autres type de ces groupes, c'est l'inverse qui a lieu. Le caractère tiré de la densité est le seul caractère distinctif qui subsiste en l'absence de formes géométriques déterminables. Il existe de nombreux passages entre quelques-uns des types de cette famille.

Les espèces dont les noms sont précédés d'une * n'existent pas dans les gisements français.

On peut rattacher à ce groupe de minéraux la *leucopyrite* ($Fe^3 As^4$), voisine de la löllingite, et possédant la même forme, de même que la *skutterudite* ($Co As^3$) qui est cubique et pyritoédrique comme la smaltite ($Co As^2$), sa densité est de 6, 7 à 6,86.

GROUPE DE LA PYRITE

PYRITE

$Fe S^2$

Cubique.

Macles. Macle par pénétration autour d'un axe quaternaire (*macle de Lurdé*) avec axes parallèles (fig. 13), rarement macles par contact.

Formes observées. p (100) ; a^1 (111) ; b^1 (110) ; a^4 (411), a^3 (311), a^2 (211), $a^{3/4}$ (443), $a^{1/2}$ (221), $a^{1/3}$ (331);

$+ 1/2\ b^{4/3}$ [π (430)], $+ 1/2\ b^2$ [π (210)] ; $+ 1/2\ b^{5/3}$ [π (530)], $+ 1/2\ b^{3/2}$ [π (310)], $+ 1/2\ b^3$ [π (310)], $+ 1/2\ b^{7/5}$ [π (750)], $+ 1/2\ b^{5/4}$ [π (540)], $+ 1/2\ b^{6/5}$ [π (650)] ;

$- 1/2\ b^2$ [π ($2\bar{1}0$)];

$1/2\ s$ [π (321)] ; $1/2\ t$ [π (421)] ; $1/2\ u$ [π (432)] ; $1/2\ n$ [π (10.5.1)].

Les angles calculés suivants sont ceux des principales zones utilisées pour la détermination des formes des cristaux étudiés plus loin.

$p\ a^4$	160°32′	$p\ b^{5/3}$	149° 2′	$p\ t$ adj.	150°48′	$a^1\ u$	164°46
$p\ a^3$	154°46′	$p\ b^{3/2}$	146°19′	$p\ s$	143°18′	$a^1 s$	157°48′
$p\ a^2$	144°44′	$p\ b^{7/5}$	144°28′	$p\ a^{1/2}$	131°49′	$a^1\ b^2$	140°46′
$p\ a^1$	125°16′	$p\ b^{4/3}$	143° 8′	$p\ b^2$ opp.	90° 0′	$s\ b^2$	162°59′
$p\ a^{3/4}$ sur a^1	117°57′	$p\ b^{5/4}$	141°21′	$a^{1/2}\ b^2$ adj.	140°30′		
$p\ a^{1/2}$ sur a^1	109°28′	$p\ b^{6/5}$	140°12′	$a^2\ b^2$ adj.	155°54′		
$p\ a^{1/3}$ sur a^1	103°16′	$p\ b^1$	135°	$t\ b^2$ adj.	167°24′		
$p\ b^3$	161°34′			$n\ b^2$ adj.	174°53′		
$p\ b^2$	153°25′						

Faciès des cristaux. Les cristaux de pyrite présentent des types distincts, suivant que la forme dominante est le cube, l'octaèdre, les

dodécaèdres pentagonaux (fig. 4), les hémihexoctaèdres (diploèdres) (fig. 43), ou enfin le rhombododécaèdre (fig. 57); ce dernier type est extrêmement rare.

Les formes hémièdres sont très fréquentes, leur nature est souvent caractéristique de certains gisements.

Les cristaux de pyrite sont parfois allongés suivant un axe quaternaire, ternaire ou binaire; ils présentent alors une pseudosymétrie quadratique, rhomboédrique ou rhombique.

Les faces du cube présentent des stries parallèles à une seule des arêtes basiques, les stries des trois faces contiguës étant perpendiculaires les unes aux autres [pyrite triglyphe (fig. 1)]. Dans les dodécaèdres pentagonaux, il existe des stries tantôt parallèles, tantôt perpendiculaires aux arêtes cubiques (voir à *thermoélectricité*).

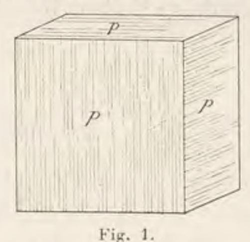


Fig. 1.
Stries sur les faces du cube.
(Pyrite triglyphe.)

Les trapézoèdres sont fréquemment striés parallèlement à leurs intersections avec a^1; enfin de nombreuses faces présentent parfois des particularités qui seront signalées au cours de la description des gisements.

Dans les gypses pyrénéens, il n'est pas rare de trouver des cristaux à faces complètement courbes et arrondies qui, çà et là, offrent quelques faces remarquablement planes et brillantes.



Fig. 2.
Dendrites de pyrite sur un feuillet de schiste houiller.
(*Photographie grandeur naturelle.*)

La pyrite se trouve aussi en masses compactes, finement grenues, en croûtes plus ou moins grossièrement fibreuses, en échantillons globuleux, réniformes, stalactiformes, etc. Quand la pyrite se produit dans les fentes étroites, notamment entre les feuillets des schistes, elle prend fréquemment des formes cristallitiques arborescentes dont la fig. 2 donne une idée.

Déformations mécaniques. Les cristaux de pyrite des roches laminées présentent souvent des déformations mécaniques remarquable-

ment nettes ; elles sont fréquentes surtout dans les cubes de pyrite des schistes ardoisiers. La fig. 3 montre quelques exemples de ces déformations.

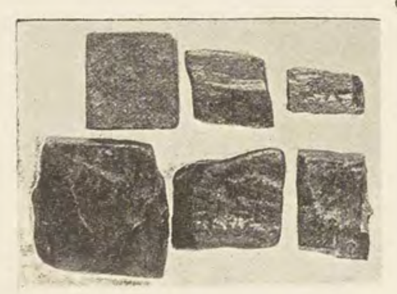


Fig. 3.
Cubes déformés de pyrite.
(*Photographie grandeur naturelle*).

Clivages. Clivages à peine distincts suivant p (100) et a^1 (111). Cassure conchoïdale ou inégale.

Dureté. 6 à 6,5. Fragile.

Densité. 4,95 à 5,10.

Coloration et éclat. Jaune laiton. Éclat métallique très brillant. Poussière noir verdâtre ou noir brunâtre. Opaque.

Propriétés électriques et magnétiques. La pyrite est thermoélectrique et présente des variétés ±. M. Curie a montré (*B. S. M.* VIII. 127. 1885) que conformément à une observation faite incidemment par G. Rose et passée inaperçue, le sens de la thermoélectricité est lié à la nature des stries que présentent les cristaux de pyrite ; ceux dont les stries sont parallèles aux arêtes basiques (fig. 4) sont plus positifs que l'antimoine et ceux qui sont striés perpendiculairement à cette direction (fig. 5) sont plus négatifs que le bismuth. On trouve un petit nombre d'exceptions à cette règle qui sont liées à des macles intimes de ces deux types de cristaux. Le type de la figure 4 est le plus fréquent dans les gisements étudiés plus loin. Paramagnétiques.

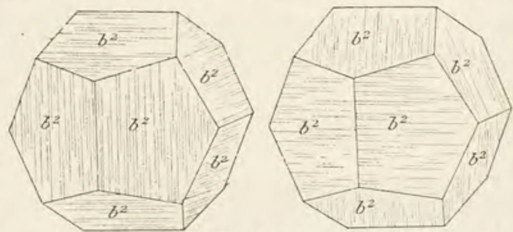


Fig. 4 et 5.
Stries sur les deux types de dodécaèdres pentagonaux de pyrite.

Composition chimique. La composition théorique correspond à la formule Fe S^2.

S.......	53,4
Fe......	46,6
	100,0

La pyrite renferme souvent de petites quantités d'arsenic, d'anti

moine, des traces de nickel, de cobalt, de cuivre, de thallium. Ce dernier corps se concentre dans les chambres de plomb des fabriques d'acide sulfurique ou dans le résidu du grillage des pyrites.

La pyrite est fréquemment aurifère; dans les gisements français la eneur en or est trop faible pour que ce métal précieux puisse en être extrait.

Enfin, Gueymard a signalé (*B. S. G.* XII. 429. 1855) des traces de platine dans des pyrites d'un certain nombre de gisements de l'*Isère* (Bourg d'Oisans, la Balme en la Chapelle du Bard et à la Ferrière près Allevard), des *Hautes-Alpes* (Villard d'Arènes, Rip-du-Sap dans le Volgodemar), etc.

De nombreuses analyses de pyrite de gisements français ont été publiées par Mène (*C. R.* LXIV. 868. 1864) et plus récemment par MM. Aimé Girard et Morin (*A. P. C.* VII. 229. 1876) aux mémoires desquels je renvoie, les analyses ne présentant pas de particularités intéressantes au point de vue purement minéralogique auquel nous nous plaçons ici.

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, la pyrite donne un sublimé de soufre et un résidu magnétique. Au chalumeau, elle dégage du soufre qui brûle avec une flamme bleue, en laissant un résidu donnant les mêmes réactions que la pyrrhotite.

Insoluble dans l'acide chlorhydrique, décomposée par l'acide azotique avec résidu de soufre.

Altérations. Les bisulfures de fer naturels (*pyrite* et *marcasite*) présentent l'un et l'autre de fréquentes altérations ; la pyrite cubique est plus stable que la marcasite ; mais il est des cas où elle se décompose très aisément. C'est ce qui a lieu notamment pour la pyrite que l'on trouve dans certains schistes paléozoïques, dans la houille, dans beaucoup de lignites, etc. Cette altération, plus facile que de coutume, peut tenir d'une part à l'état de division de la pyrite dans des matières absorbant facilement l'oxygène de l'air humide, ou à une structure peu homogène, et de l'autre, ainsi que l'a montré M. A. Julien (*Ann. New-York Acad.* III. 1887), à de très fréquentes inclusions microscopiques de marcasite : ces mélanges des deux sulfures dimorphes peuvent être originels ou résulter de paramorphoses. Le même savant a montré, en effet, à l'aide de nombreuses expériences, que les pyrites présentent des variations de densité insensibles entre le maximum

5,10 fourni par la pyrite pure et le minimum 4,50 présenté par la marcasite. Les pyrites sont d'autant plus blanches qu'elles sont plus riches en marcasite.

Les modes d'altération de la pyrite et de la marcasite sont les mêmes, ils peuvent être divisés en deux groupes.

1° Altération hépatique. — Le résultat ultime de ce mode d'altération est constitué par un oxyde de fer, le plus souvent la limonite, parfois la göthite, plus rarement l'oligiste. Le minéral conserve sa forme, souvent le poli des faces, mais d'ordinaire, il devient terne, d'un brun jaune ou rouge; sa densité s'abaisse. Souvent l'intérieur du cristal est cloisonné ou présente des vides dans lesquels on peut voir apparaître du soufre natif (voir page 377). C'est dans de semblables conditions que des réductions de fer à l'état métallique ont été signalées précédemment (voir page 392). La figure 6 montre une pseudomorphose de ce genre, le cristal est réduit à une enveloppe compacte entourant une cavité au milieu de laquelle se trouve de la limonite caverneuse. Quand la pyrite altérée était originellement aurifère, il est fréquent de voir l'or natif apparaître dans les produits de décomposition, alors qu'il était invisible dans le minéral intact.



Fig. 6.
Pseudomorphose de pyrite en limonite.
(*Photographie grandeur naturelle.*)

Ce mode d'altération est celui qui domine dans la pyrite cubique; dans un grand nombre de ses gisements tous les cristaux de pyrite offrent cette transformation hépatique. Elle n'est pas rare dans la marcasite, mais ne s'y présente que dans les échantillons enveloppés dans une argile ou dans une roche qui empêche le contact immédiat de l'air. Ce fait peut être aisément mis en évidence à l'aide des nodules de marcasite de la craie qui, dans leur gisement originel, présentent de très fréquentes altérations hépatiques et qui, au contraire, se transforment très rapidement en sulfates (2e mode) par exposition à l'air libre ou même par simple séjour dans les tiroirs d'une collection.

La transformation hépatique est due à une oxydation directe de la pyrite sous l'action d'eau chargée d'oxygène. Il est probable que dans certains cas des eaux chargées de bicarbonates solubles ont éliminé l'acide sulfurique du sulfate produit, et transformé d'abord le minéral en carbonate; celui-ci perd ensuite son acide carbonique pour

donner de la limonite puis de l'oligiste. De la sidérose en petits grains cristallins se produit dans l'argile plastique des environs de Paris, par réaction sur du calcaire des produits de la décomposition de la pyrite.

Lorsqu'on expose à l'air un échantillon de marcasite, imparfaitement transformé en limonite, la décomposition se continue par le second mode d'altération qui va être étudié.

Ces transformations hépatiques sont extrêmement fréquentes dans tous les gisements de pyrite, mais d'une façon plus particulière dans ceux des terrains sédimentaires et au chapeau de fer des filons en amas pyriteux.

2° Altération saline. — Ce mode d'altération est plus particulièrement fréquent dans la marcasite, où il se produit avec une rapidité extrême, même dans les collections.

Pour son développement, la présence de l'air humide est nécessaire. Quand l'altération a commencé dans un échantillon, aucune précaution n'est guère susceptible de l'arrêter. On sait quelle difficulté on éprouve à conserver certains cristaux de marcasite ou certains fossiles pyritisés, malgré les vernis ou enduits les plus divers.

Quand une pyrite ou une marcasite offre ce genre d'altération, elle se fendille ; ses fissures se remplissent de mélantérite en petites aiguilles blanches qui gagnent peu à peu et transforment bientôt complètement le minéral.

Si celui-ci reste à l'abri de l'eau (dans une collection, par exemple), l'évolution s'arrête à ce stade ; à peine voit-on çà et là de petits points jaunes produits par une oxydation de la mélantérite. Mais si l'altération s'effectue dans un gisement naturel, sous l'influence de l'air humide, la mélantérite cristalline se transforme en une masse confusément cristallisée à texture butyrique ; elle constitue des mamelons, ou des stalactites d'un jaune de soufre plus ou moins foncé. Elle est généralement formée par un mélange de mélantérite et de sulfates de sesquioxyde de fer (copiapite), de l'halotrichite, du gypse, etc.

Minéraux produits par réactions secondaires. — La décomposition des pyrites donne naissance, non seulement à de la mélantérite, mais encore à de l'acide sulfurique libre qui attaque les roches renfermant ces minéraux et produit à leurs dépens toute une série de produits secondaires : ceux-ci disparaissent souvent par dissolution, mais parfois ils peuvent être observés en place.

Le plus fréquent de ces minéraux est le *gypse* que l'on trouve cons-

tamment associé, et parfois en beaux cristaux, aux pyrites altérées des marnes calcaires (lias, bajocien, callovien, oxfordien, crétacé, argile plastique des environs de Paris, etc.), et parfois des calcaires.

Dans les schistes argileux, on trouve en abondance des sulfates d'alumine (*alunogène*), des aluns de fer (*halotrichite*) désignés sous le nom de beurre de montagne, à cause des enduits gras qu'ils forment à la surface des roches pyriteuses (schistes paléozoïques des Pyrénées, de Bretagne, etc.). Dans l'argile plastique la *websterite* se produit dans de semblables conditions.

Enfin, la décomposition de la copiapite au contact des calcaires et marnes calcaires donne lieu à la formation de gypse et d'un sulfate basique de sesquioxyde de fer, l'*apatélite* (argile plastique des environs de Paris). La *pastréite* du Gard doit son origine à une réaction analogue.

Ces divers minéraux seront étudiés en détail à leurs articles respectifs [voir aussi mon mémoire sur le gypse de Paris (*Nouvelles Arch. du Muséum*, IX. 201. 1897)].

Diagnostic. La couleur et les réactions du fer permettent la différenciation aisée de la pyrite et des autres minéraux cubiques de ce groupe. La forme cristalline, la densité plus forte, la couleur plus jaune, la résistance plus grande à l'altération constituent le mode de distinction de la pyrite et de la marcasite ; en l'absence de formes géométriques, les derniers caractères subsistent seuls et ils ne sont pas toujours d'une application facile, surtout à cause des fréquents mélanges mécaniques de ces deux minéraux.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La pyrite se rencontre dans de très multiples gisements ; c'est un des minéraux les plus répandus dans la nature où il se présente dans les conditions les plus diverses, aussi ne faut-il pas songer à en indiquer tous les gisements français, mais seulement à étudier les principales conditions dans lesquelles il se trouve. Je le considérerai successivement :

1° Dans les roches éruptives ;
2° Dans les gisements métallifères ;
3° Dans les schistes cristallins ;
4° Dans les formations sédimentaires ;

5° Dans les roches sédimentaires métamorphisées par les roches éruptives ;

6° Dans les sources thermales.

1° *Dans les roches éruptives.*

La pyrite se rencontre comme élément secondaire dans un grand nombre de roches éruptives et particulièrement dans les roches basiques (diorites ou diabases) notamment en Bretagne, dans la Mayenne, dans le Plateau Central ; elle est au contraire rare dans les ophites des Pyrénées ; mais il est peu de gisements dans lesquels elle se trouve en abondance ou en cristaux dignes d'être cités ; elle y est d'ordinaire disséminée en petits grains parfois microscopiques.

Il y a lieu de faire remarquer l'extrême rareté et presque l'absence de la pyrite dans les roches volcaniques tertiaires ou plus récentes des gisements français, à opposer à leur abondance dans les roches paléozoïques de composition identique ou analogue.

Les gisements cités plus loin se recommandent par quelque particularité.

a) *Dans les roches éruptives antetertiaires.*

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. Les fentes de la granulite de Barbin renferment parfois de petits, mais forts jolis cristaux de pyrite de la forme $p\,a^1$; ils sont souvent allongés suivant un axe quaternaire, prenant alors une allure pseudoquadratique (fig. 7). Ils sont associés à du quartz hyalin.

Côtes-du-Nord. De gros cubes de pyrite atteignant 1^{cm} suivant une de leurs arètes, abondent dans les schistes verts de Locquirec, qui sont considérés par M. Barrois comme des tufs volcaniques précambriens.

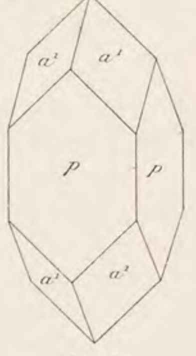


Fig. 7.
Pyrite de Barbin.

Alpes. — *Savoie et Hautes-Alpes*. M. Kilian m'a signalé de beaux cubes de pyrite dans les labradorites (*spilites*) de Montvernier (*Savoie*) et du Villar d'Arène (*Hautes-Alpes*). Dans le premier de ces gisements, le même minéral se rencontre aussi dans la dolomie triasique au voisinage de la roche éruptive.

Algérie. — *Oran.* M. Flamand m'a communiqué d'intéressants échantillons d'une roche ophitique très altérée, imprégnée d'albite secondaire, dans laquelle se trouvent en abondance des cristaux fort nets de pyrite superficiellement altérés, atteignant $0^{cm}5$ de plus grande dimension. Ces cristaux, rappelant comme apparence ceux qui seront décrits plus loin dans les calcaires du col de Lurdé, présentent uniformément la combinaison suivante : $1/2\ b^2\ p\ a^1$ avec souvent $1/2\ b^{4/3}$ [π (430)]. Le gisement de ces échantillons est le Djebel-Melah (Mouilah) des Arbaouah, à 25 km. environ O.-S.-O. de Arbah-Fahtani (cercle de Geryville). On verra plus loin que la roche ophitique dont il est question ici accompagne un gisement de sel gemme.

b) *Dans les roches volcaniques tertiaires.*

De petits cristaux de pyrite se trouvent dans les fissures de certains trachytes et andésites du Lioran et des Gardes, à la base ouest du Plomb du Cantal, dans le trachyte de Thiézac, à la surface du basalte de la cascade de Faillitoux.

Cette pyrite est de formation secondaire, probablement actuelle.

2° *Dans les gisements métallifères.*

a) *Filons ou amas pyriteux.*

Il existe en France un petit nombre de filons exclusivement pyriteux qui sont exploités assez activement et dont les produits sont utilisés pour la fabrication de l'acide sulfurique. Contrairement à ce qui se passe dans les filons où la pyrite n'est qu'un minéral accessoire, ces filons sont pauvres en cristaux de pyrite et ne renferment guère ce minéral qu'en masses grenues ou compactes, mélangées à de petites quantités d'autres sulfures : chalcopyrite, galène, blende, etc.

Les affleurements de ces filons de pyrite sont oxydés et constitués par de la limonite plus ou moins caverneuse.

La nature des gangues de la pyrite a une grande importance au point de vue de l'emploi de celle-ci dans la fabrication de l'acide sulfurique. L'existence de gangue calcaire occasionne une perte considérable en acide sulfurique et la présence de la fluorine introduit dans l'acide fabriqué de l'acide fluorhydrique. Une étude sur les gisements pyri-

teux du Rhône, du Gard et de l'Ardèche a été publiée par MM. Aimé Girard et H. Morin (*A. C. P.* VII. 1876).

La pyrite filonienne est quelquefois aurifère.

Pyrénées. — *Ariège*. Il existe dans l'Ariège de nombreux filons d'oxyde de fer qui peuvent être le résultat de l'altération superficielle de pyrites : on peut citer les suivants dans lesquels la pyrite abonde encore : vallon de Fouillet à 50^m au-dessus du col de la Freychinière près Aulus, environs de Massat (vallée de l'Oartigous, la Ferrasse), Ferrière de Foix (beaux cristaux avec blende, sidérose), etc. (voir Mussy. *A. M.* XVI. 547. 1866), celui de Ranet près Vicdessos (avec chalcopyrite).

Montagne Noire. — *Aude*. Les filons d'hématite cloisonnée de Salsigne ont pour toit des calcaires paléozoïques et pour mur des schistes. En profondeur, on trouve des pyrites au toit et il n'est pas douteux que l'oxyde ne soit un chapeau d'oxydation de ce minéral.

Plateau Central. — *Tarn*. Un filon de pyrite est actuellement exploité près de Mazamet, à Lacabarède. La pyrite y est finement grenue, facilement altérable ; les géodes y sont peu fréquentes et ne contiennent que des cubes.

Dordogne. A l'extrémité sud des monts du Limousin, un filon de pyrite et des schistes anciens imprégnés par ce minéral ont été exploités aux Chabannes, à la limite de la commune de Thiviers et de Saint-Romain. La gangue est quartzeuse et dolomitique ; la pyrite est finement grenue, elle est souvent associée à de la millérite capillaire et à de fort beaux cristaux de calcite.

Cantal. De la pyrite aurifère grenue provenant d'un filon de quartz de Ruines m'a été communiquée par M. Manhès.

Rhône. Les principaux gisements pyriteux de cette région sont situés dans la vallée de la Brevenne ; les filons se divisent en deux groupes : ceux de Chessy, sur la rive gauche de la Brevenne se trouvent dans le précambrien, ceux de Sain-Bel et de Sourcieux, sur la rive droite de cette même rivière, dans les micaschistes. C'est la partie sud de ces derniers filons qui est actuellement exploitée et qui fournit la majeure partie de la production française en pyrite (208,235 tonnes en 1890).

Les filons de pyrite de Chessy, aujourd'hui abandonnés, ont été

reconnus au-dessous des anciennes mines de cuivre qui seront étudiées à l'article *chessylite*; on les a suivis sur une longueur de 10 km.

Les filons de Sain-Bel sont connus sur une égale longueur; ils ont été exploités autrefois pour le cuivre, près de Sourcieux, où ils renferment de la chalcopyrite et de la blende. La masse du Pigeonnier a près de 20 mètres d'épaisseur; la gangue est formée par du quartz et de la barytine. Le filon tendre atteignant 40 mètres d'épaisseur est constitué par de la pyrite friable très pure avec gangue de barytine et de quartz.

Les pyrites du Rhône sont de bonne qualité, pauvres en arsenic, généralement finement grenues. Les petits cristaux cubiques y sont une rareté. On les trouve, au contraire, dans les chloritoschistes et dans les schistes à séricite imprégnés de sulfures. Dans les échantillons que je dois à l'obligeance de M. Lequin, les cristaux cubiques de ces schistes présentent souvent de profondes déformations.

D'après des essais de M. Mayençon (*C. R.* XXIX. 152, 1849), la pyrite de Sain-Bel serait un peu aurifère.

Des filons de pyrite se rencontrent à Thizy, sur les bords du Marmanton.

Le chapeau de fer d'un filon de pyrite a été autrefois exploité à Claveysolles; il est constitué par une limonite caverneuse. Les eaux qui coulent à la surface de ce filon sont très vitrioliques. La pyrite de Claveysolles est finement grenue et associée à de la pyrrhotite.

Saône-et-Loire. La montagne de Chizeuil, près Bourbon-Lancy, forme une butte essentiellement constituée par du quartz et de la limonite, offrant des variétés de forme très curieuses qui seront décrites dans le tome III. Pendant plusieurs années, cette limonite a été exploitée; les travaux ont montré qu'en profondeur elle renfermait de la pyrite et qu'à 22 mètres le filon est exclusivement formé par ce minéral. La partie supérieure du gîte n'est donc qu'un chapeau d'oxydation du filon pyriteux. La mine de Chizeuil est intéressante à cause des beaux cristaux de barytine qu'elle renferme. A 2 km. 5 de Chizeuil, à Montpenoux, se trouvent d'autres filons de pyrite grenue, un peu cuprifère : elle ne se trouve pas en cristaux distincts.

Nièvre. Le filon de Prabis près de Champrobert en Chide, aux environs de Luzy, n'a fourni que de la pyrite grenue, sans cristaux

distincts : le chapeau oxydé de ce filon a été exploité pendant quelque temps ; la gangue est quartzeuse et barytique.

Vosges. — [*Alsace*]. Le filon de Grandfontaine, à Framont, n'est pas sans analogie avec ceux de Chizeuil, cités plus haut. Les oxydes de fer, exploités pendant longtemps, font place en profondeur à de la pyrite aux dépens de laquelle ils se sont formés.

La pyrite est, du reste, souvent mélangée à l'hématite et à ses gangues. De beaux cristaux ont été trouvés notamment à Terlingoutte et dans la galerie de la Chapelle ; les formes les plus fréquentes sont p, $p\ a^1$, p, $1/2\ b^2$; j'ai moi-même observé de très gros cristaux offrant les formes $1/2\ b^2$ avec de petites facettes p ; enfin Carrière a signalé dans la pyrite de la Chapelle la combinaison $p\ a^1$, $1/2\ s$ [π (321)] dans une gangue de grenat, d'épidote, de magnétite et de calcite.

Alpes. — *Isère*. Des filons de pyrite aurifère ont été trouvés à Auris en Oisans. M. Kilian m'en a signalé dans les micaschistes de la rampe des Commères, sur la rive gauche de la Romanche, vis-à-vis Auris.

Algérie. — *Constantine*. M. Flamand m'a communiqué des échantillons provenant d'une nouvelle recherche effectuée aux environs de Bougie, sur des affleurements de filons de pyrite probablement en relation avec des roches éruptives tertiaires. La pyrite massive renferme des géodes dans lesquelles se trouvent, avec des cristaux de quartz, des cristaux de pyrite correspondant à deux types. L'un d'eux est caractérisé par la prédominance de $1/2\ b^2$ avec de petites facettes p et a^1, tandis que l'autre présente comme forme dominante l'octaèdre régulier avec presque toujours $1/2\ b^2$, p et parfois b^1, $1/2\ s$ [π (321)].

Je dois à l'obligeance du même savant des échantillons provenant d'Aïn-Sedma ; les cristaux sont cubiques avec de petites facettes a^1 ; ils sont accompagnés d'oligiste lamellaire.

b) *Amas interstratifiés dans les formations sédimentaires.*

Cévennes. — *Gard*. Il existe dans le Gard une série nombreuse d'amas de pyrite interstratifiés dans des assises jurassiques. Ils sont situés sur une ligne Sud-Ouest-Nord-Est ; ce sont ceux de : Saint-Martin-de-Pallières, la Baraquette des Adams (à 5 km. d'An-

duze), puis, au delà d'Alais, Saint-Julien-du-Pin, Saint-Martin-de-Valgalgues, le Soulier, Saint-Julien-de-Valgalgues, Panissière, Saint-Florent et Meyrannes.

Les deux gisements de Saint-Julien-de-Valgalgues et du Soulier seuls sont importants ; ils ont été étudiés par MM. A. Girard et H. Morin.

Celui de Saint-Julien-de-Valgalgues est situé à environ 7 km. N.-E. d'Alais ; il constitue un amas fusiforme entre le lias et l'oolithe moyenne. A la partie supérieure du gîte, la pyrite passe à un amas de limonite qui a été exploité dans les hauts-fourneaux de Tamaris. Dans la partie inférieure, elle est mélangée à de la calcite. A la jonction de la pyrite et de la limonite, la pyrite est tendre et imprégnée de mélantérite ; il est évident que le chapeau ferrugineux provient de l'altération de la pyrite. Ce minéral renferme des fossiles, ce qui indique bien que le gîte est dû à une imprégnation de couches sédimentaires.

Je n'ai pas eu entre les mains de cristaux de pyrite de ce gisement qui, par contre, m'a fourni de merveilleux cristaux de calcite (voir tome III). La gangue est formée par de la calcite, de la fluorine et un mélange de grès blanc et d'argile, ce qui donne au minerai de ce gisement une moindre valeur qu'à celui du Rhône, étudié plus haut ; la teneur en arsenic du minerai brut atteint 0,15 °/₀ d'après les essais de M. Aimé Girard.

Le gisement de Soulier, situé près de Saint-Julien, se trouve dans des conditions géologiques analogues, en amas indépendants dans le trias et l'infralias ; la gangue est constituée par un calcaire magnésien ; la pyrite de ce gisement est très altérable, mais à peine arsénicale (0,04 °/₀ d'arsenic).

Ardèche. Il existe dans l'Ardèche un certain nombre de gisements pyriteux qui sont sur le prolongement de ceux du Gard : Joyeuse, Privas, Soyons, Saint-Peray et Tournon.

La mine de Soyons seule a eu autrefois de l'importance ; elle se trouve en face de Valence et à 4 km. de cette ville ; la pyrite forme un amas interstratifié dans le trias au toit d'un banc dolomitique.

La pyrite de Soyons a un aspect caractéristique, elle est grise ou noirâtre, compacte, très dure. Elle se présente parfois en masses concrétionnées à structure fibreuse, très caractéristique. D'après les essais de M. Aimé Girard, elle est très arsénicale (0,39 °/₀ d'arsenic) et

contient parfois jusqu'à 0,47 °/₀ d'antimoine ; la gangue est argilocalcaire, avec traces de fluorine. Il est possible qu'une partie au moins des sulfures de fer de l'Ardèche et du Gard soit constituée par de la marcasite. Je n'ai pu m'en procurer d'échantillons cristallisés.

Saône-et-Loire. Voir page 604.

c) *Dans des filons métallifères divers.*

La pyrite se rencontre comme minéral accessoire dans tous les filons métallifères, elle y est plus ou moins abondante. On pourrait donc citer à ce point de vue tous les gisements énumérés aux articles *galène*, *blende*, *chalcopyrite*, *cuivres gris*, etc. Je me contenterai de citer dans ce paragraphe quelques gisements dans lesquels la pyrite est très abondante ou se distingue par quelque particularité intéressante.

Il y a lieu de signaler la fréquence, on pourrait presque dire la constance des dodécaèdres pentagonaux dans les cristaux de pyrite des filons ferrifères ou cuprifères à gangue de sidérose.

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine*. La mine de galène de Pontpéan renferme du fer sulfuré, la marcasite semble y être plus abondante que la pyrite : des cristaux nets (1/2 b^2) de ce minéral y ont été cependant rencontrés dans des croiseurs du filon principal. Les pyrites sont postérieures à la blende. On verra plus loin la description de groupements réguliers de pyrite et de marcasite épigénisant la pyrrhotite.

Finistère. Les mines de Huelgoat et de Poullaouen ont fourni autrefois beaucoup de pyrite ; les échantillons que j'ai eus entre les mains sont constitués par des cubes avec de petites facettes 1/2 $b^{3/2}$ [π (320)] présentant des stries perpendiculaires aux arêtes p (fig. 8). Enfin je dois à l'obligeance de mon collègue, M. Gaudry, un échantillon dans lequel la forme dominante est le diploèdre 1/2 t [π (421)] avec (fig. 9) ou sans 1/2 b^2 p, a^1. Ces cristaux représentent une forme assez fréquente à Traversella.

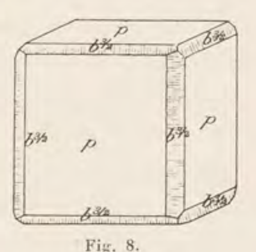


Fig. 8.
Pyrite de Huelgoat.

Fig. 9.
Pyrite de Huelgoat.

Les filons stannifères de la Villeder (voir à *cassitérite*) ont fourni autrefois de la pyrite, surtout abondante en

cubes; cependant M. de Limur m'a communiqué de curieux petits cristaux reposant sur du quartz et présentant une forme peu habituelle dans la pyrite, le trioctaèdre $a^{1/3}$ (331) avec de très petites facettes a^1 (fig. 10).

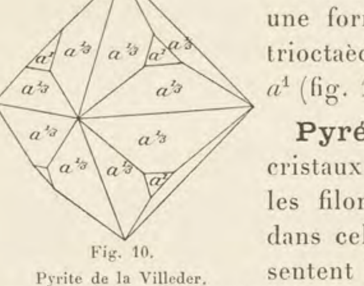


Fig. 10.
Pyrite de la Villeder.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. De beaux cristaux de pyrite ont été trouvés autrefois dans les filons cuivreux de Baigorry et notamment dans celui d'Orisson (voir à *panabase*). Ils présentent la forme p, $1/2\, b^2$ et sont associés à du quartz, de la dolomie, de la sidérose, de la galène, de la blende, de la chalcopyrite.

Le même minéral en jolis cristaux s'est rencontré dans les filons d'Ar près les Eaux-Bonnes (voir à *arite*). Ils accompagnent le quartz et la sidérose dans de grandes géodes. Ceux que j'ai examinés sont de grande taille; ils dépassent 3 centimètres; les seules formes distinctes sont $1/2\, b^2$ et a^1, les faces b^2 sont profondément cannelées, perpendiculairement aux arêtes cubiques; les cristaux sont parfois aplatis suivant une face b^2.

Ariège. De petits cristaux cubiques de pyrite se trouvent dans les filons de galène de Cadarcet (Montcoustant).

Corbières. — *Aude*. Le filon cuprifère d'Escouloubre a fourni des cristaux très nets de pyrite ($1/2\, b^2$, avec p et a^1) engagés dans de la sidérose, du quartz et de la calcite. Le filon de galène de la Caunette (voir p. 499) renferme de la pyrite argentifère et aurifère qui est sans doute l'origine du principal chapeau d'oxydation de ce filon.

On la rencontre du reste dans les nombreux filons de cette région dont il sera question à l'article *sidérose* (voir tome III).

Cévennes. — *Gard*. Des filons de sidérose ont été exploités autrefois aux environs d'Alais dans les micaschistes du Rouvergue (le Valmy et Saint-Roman), et à une vingtaine de kilomètres de là, dans la mine de Palmesalade, à l'Affénadou-en-Portes; dans ce dernier gisement, la sidérose forme un amas stratifié dans le houiller de la Grand-Combe. De nombreux minéraux cristallisés y ont été rencontrés en même temps que la sidérose dont les rhomboèdres atteignent 2 ^{cm}, ce sont les espèces suivantes : quartz, galène, blende, panabase, chalcopyrite, pyrite, bournonite, kaolinite. C'est probablement de ce dernier gise-

ment que proviennent des cristaux de sidérose associés à de la dolomie (voir tome III) que possède la collection du Muséum, avec la seule indication « Gard ». L'un d'eux supporte de très beaux cristaux de pyrite 1/2 b^2 avec de petites facettes b^1 (110) et a^1 (111). Les associations minérales de ce gisement rappellent celles de Saint-Pierre-du-Mésage, dont il sera question plus loin.

Plateau Central. — *Tarn.* La pyrite se rencontre assez abondamment dans la mine de galène et de blende de Peyrebrune près Réalmont (voir à *galène*). Elle est mélangée à ces sulfures dans leur gangue de calcaire ou de sidérose ; on la rencontre aussi intimement associée à la fluorine. Dans les géodes, elle recouvre souvent, sous forme d'enduits réguliers, les énormes cubes de fluorine qui constituent le minéral le plus intéressant de cette mine ; elle est aussi associée à des cristaux de calcite. La seule forme que j'ai observée est le cube, les cristaux généralement enchevêtrés présentent souvent de belles irisations.

Des cristaux nets (1/2 b^2) transformés en limonite sont englobés par le cinabre des filons quartzeux de Réalmont.

Corrèze. La pyrite est assez abondante dans le filon quartzeux de Meymac, dont il a été question à l'article du bismuth natif; du soufre natif a été trouvé parmi les produits de sa décomposition.

Haute-Loire. La pyrite (p et 1/2 b^2) est très abondante dans le filon de stibine du Dahu en Lubilhac. On la trouve aussi dans les filons de Barlet en Lanjeac où elle est localisée aux épontes.

Charente. La pyrite est assez abondante dans les filons de galène des environs de Confolens, de Boyat près Brigneuil, et dans celui de stibine de Lussac près Étagnat.

Puy-de-Dôme. De petits cubes (p, 1/2 b^2) de pyrite se rencontrent à la surface de la blende et de la galène des mines de Pranal et de Rosiers ; à Pontgibaud, à la Brousse, on trouve aussi de petits octaèdres du même minéral présentant aussi de petites facettes 1/2 b^2.

La pyrite a été également abondante dans le filon Saint-Georges, à Roure où ce minéral a fourni à lui seul des colonnes compactes.

Les mines d'Auzelles ont donné de curieux échantillons de calcite (rhomboèdres b^1), épigénisés par de petits cristaux de pyrite (1/2 b^2) ; ces minéraux sont implantés sur quartz avec de la blende.

Des cubes de pyrite d'une assez grande taille accompagnent le mispickel du filon quartzeux de Boberty.

Loire. Les filons métallifères de la Loire sont tous plus ou moins riches en pyrite ; on peut citer à ce point de vue le massif du Pilat, les filons de Saint-Julien-Molin-Molette, de la Valla, de Saint Feréol, etc.

Des filons pyriteux, oxydés superficiellement, se trouvent, d'après Grüner, à Joncieux et au col de Saint-Meyras, entre Saint-Sauveur et Riotort, entre Boën et Noirétable.

La pyrite se trouve dans les filons de galène de Pont-la-Terrasse, soit en cubes, englobés par du quartz, soit en cristaux qui, dans les géodes, recouvrent le quartz. Ils sont souvent eux-mêmes recouverts à leur tour par du quartz plus récent : leur forme est p $1/2\ b^2$.

Vosges. — [*Alsace*]. Les mines de Sainte-Marie-aux-Mines ont fourni parfois de bons cristaux de pyrite (mine de Gabe-Gottes, de Tirlingoutte et de Toussaint), mais ils ont toujours été peu abondants ; les principales combinaisons sont p, p $1/2\ b^2$, $1/2\ b^2$. Ils sont souvent associés à la calcite et recouverts d'un léger enduit brun rouge d'oxydation.

Belfort. Le même minéral se trouve avec les mêmes formes dans les filons plombifères et cuprifères de Giromagny.

Haute-Saône. La pyrite, parfois aurifère, abonde dans les filons cuprifères et plombifères de Château-Lambert et de Plancher-les-Mines.

Alpes. — *Massif du mont Blanc. Haute-Savoie*. La pyrite aurifère a été trouvée dans les mines des environs de Servoz (voir à *bournonite*) : mines de Roissy et de Vandagne, dans celles de Sainte-Marie-de-Fouilly ; les cristaux de ce dernier gisement, que j'ai examinés, sont constitués par des dodécaèdres pentagonaux ($1/2\ b^2$) engagés dans du quartz.

Savoie. De jolis cristaux de pyrite ont été trouvés jadis dans les mines de galène de Pesey près Moutiers. M. Dinetti a bien voulu me signaler un échantillon de ce genre que possède la collection de l'école des ingénieurs du Valentino, à Turin ; les cristaux implantés sur dolomie et quartz présentent les formes p, $1/2\ b^2$, $1/2\ b^{4/3}$ [π (430)], $1/2\ b^{5/3}$ [π (530)], $1/2\ s$ [π (321)], a^2 (211), $a^{1/2}$ (221).

Isère. La pyrite s'est rencontrée dans les filons argentifères de la montagne des Chalanches et dans les schistes cristallins au milieu desquels se trouvent ceux-ci. Les formes sont p, a^1, $1/2\ b^2$, $1/2\ b^2 p$, $1/2\ b^2\ a^1$.

Mais c'est dans les filons de sidérose de l'Isère que la pyrite s'est surtout rencontrée en magnifiques cristaux qui font l'ornement des collections minéralogiques ; les gisements des environs d'Allevard et de Vizille sont particulièrement intéressants à ce point de vue. La pyrite s'y trouve en cristaux implantés sur le quartz, la sidérose, la dolomie ; elle y est parfois associée à de la panabase, de la bournonite, de l'oligiste, etc.

Aux environs de Vizille, le gisement pyriteux le plus intéressant est celui de Saint-Pierre-de-Mésage. La pyrite y est engagée dans la sidérose (voir à *sidérose*), ses cristaux atteignent un centimètre de diamètre ; ils sont brillants, parfois superficiellement recouverts d'une pellicule rouge foncé d'oxyde ; leurs formes les plus communes sont $1/2\ b^2$, avec $1/2\ b^{6/5}$ [π (650)] et fréquemment a^1 (111) plus ou moins développée.

La fig. 11 représente un cristal plus complexe décrit par M. Groth (*Miner. Samml. Univ. Strassb.* pl. III, fig. 21) ; il offre la combinaison de $1/2\ b^2$ [π (210)], $1/2\ b^{6/5}$ [π (650)], $1/2\ b^{5/4}$ [π (540)], a^1 (111), a^2 (211) et s [π (321)].

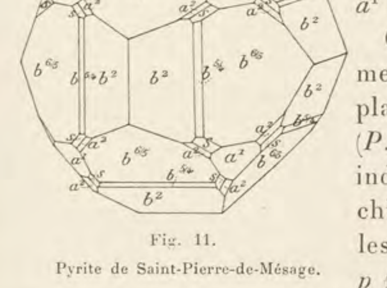


Fig. 11.
Pyrite de Saint-Pierre-de-Mésage.

C'est certainement de ce même gisement que proviennent deux cristaux implantés sur sidérose qu'a décrits vom Rath (*P. A.* CXLIV. 582. 1872). Ils ont été indiqués par lui comme provenant de Chichiliane ; l'un d'eux est du même type que les cristaux précédents et présente la forme p $1/2\ b^2$, $1/2\ b^{6/5}$, a^2, $a^{1/2}$ (fig. 12) ; l'autre est remarquable par ce fait que la forme dominante y est le rhombododécaèdre b^1 (110) accompagné par les mêmes faces que dans le cristal précédent, avec en outre $1/2\ b^3$ [π (310)] (fig. 13). Cette opinion [1],

1. D'après les renseignements qu'a bien voulu me fournir M. Kilian, le territoire de Chichilianne est constitué par des marnes valanginiennes à fossiles pyriteux ; il n'y existe pas de filons susceptibles de fournir les cristaux décrits par vom Rath.

émise déjà par M. Groth, trouve sa confirmation dans l'étude que j'ai faite d'un bel échantillon de Saint-Pierre-de-Mésage, dans lequel de

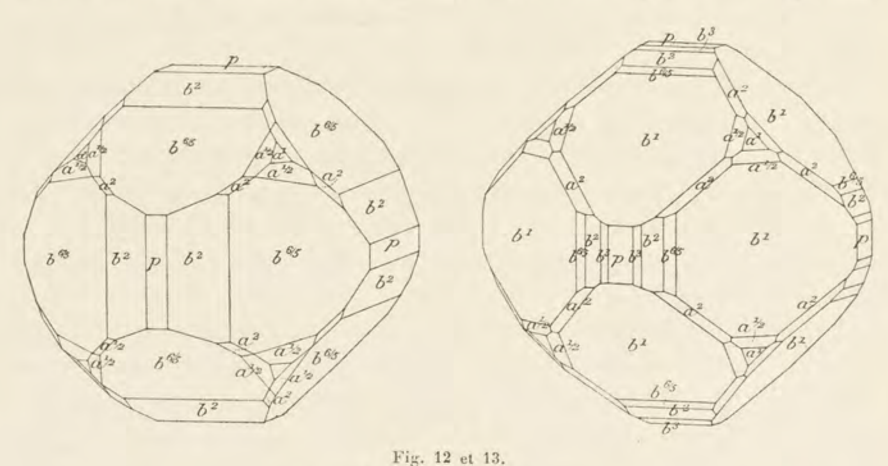


Fig. 12 et 13.
Pyrite de Saint-Pierre-de-Mésage.

gros cristaux de pyrite sont implantés sur quartz hyalin et sidérose. Ils présentent la forme 1/2 b^2 dominante, avec tantôt b^1 (110), tantôt $b^{6/5}$.

Les autres cristaux de ce gisement que j'ai étudiés se rapportent au même type, mais ne présentent pas b^1.

Les cristaux de Saint-Pierre d'Allevard sont très analogues à ceux de Saint-Pierre-de-Mésage ; ils offrent les mêmes associations minéralogiques. La fig. 14 représente, d'après Des Cloizeaux, un cristal de ce gisement offrant les formes p, 1/2 b^2, 1/2 $b^{4/3}$ [π (430)], a^1, a^2 ; c'est cette forme que j'ai observée dans les nombreux cristaux de ce gisement que j'ai examinés : a^1 et a^2 manquent parfois ; les cristaux offrent les combinaisons représentées par les figures 15 et 16. Dans un gros cristal de ce même gisement, j'ai trouvé les combinaisons 1/2 b^2, 1/2 $b^{7/5}$ [$\varkappa$ (750)], 1/2 $b^{6/5}$ [$\varkappa$ (650)], a^1, a^2.

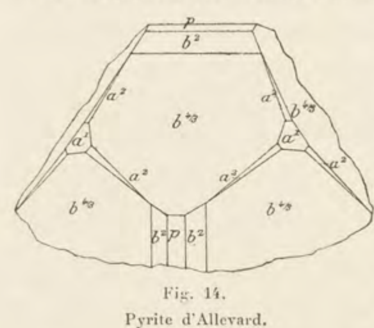
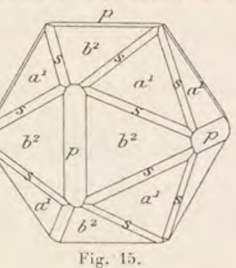


Fig. 14.
Pyrite d'Allevard.

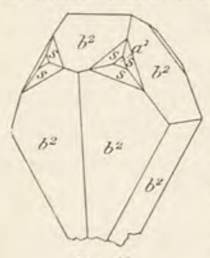
J'ai observé un curieux échantillon de pyrite en gros dodécaèdres

pentagonaux $1/2\ b^2$ allongés suivant un axe quaternaire ; toutes les faces b^2 sont irrégulières, creusées de cavités arrondies, tandis que des faces a^1 et $1/2\ s$ [π (321)] sont fort brillantes (fig. 16).


Fig. 15.
Pyrite d'Allevard.

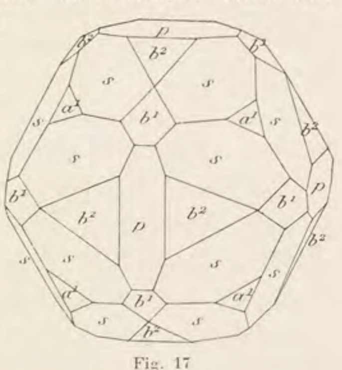
Tous les dodécaèdres pentagonaux des cristaux des gisements dauphinois sont striés parallèlement à une arête cubique.

C'est peut-être de l'un des gisements précédents que provient le cristal représenté par la fig. 17, empruntée à Lévy (*op. cit.*) qui l'indique comme celle d'un cristal de pyrite de l'Isère, engagé dans un gros cristal de quartz. Il diffère cependant des cristaux précédents par la prédominance du diploèdre $1/2\ s$ [π (321)]. J'ai observé un échantillon de sidérose d'Allevard supportant de petits cristaux ayant le même faciès que ce cristal, mais la forme dominante au lieu d'être s, est un diploèdre dont les faces font avec b^2 des angles voisins de 180° qui n'ont pu être déterminés avec précision ; les faces p et a^1 sont très réduites, ou même manquent complètement.


Fig. 16.
Pyrite d'Allevard.

Les cristaux dont il vient d'être question se trouvent dans des géodes de sidérose avec cristaux de quartz hyalin et parfois de panabase, de galène, de blende, etc. ; on rencontre aussi le même minéral engagé dans la sidérose ; les cristaux de ce genre sont réduits aux faces $1/2\ b^2$, généralement plus striées que dans les cristaux des géodes.

J'ai vu de beaux cristaux de la forme $p\ a^1$ indiqués comme provenant de Fresnay d'Oisans ; ils ont été probablement trouvés dans le filon qui a fourni les cristaux de panabase décrits plus loin.


Fig. 17
Pyrite de l'Isère.

La pyrite existe dans les filons concrétionnés de la Poype, d'Estressin (voir à *galène*).

4° *Dans les schistes cristallins et les schistes paléozoïques.*

a) *Dans les gneiss, les micaschistes et les amphibolites.*

Normandie. — *Manche.* Les schistes précambriens des environs de Cherbourg renferment en assez grande abondance de la pyrite en beaux cubes nets et plus rarement en dodécaèdres pentagonaux.

Côtes-du-Nord. J'ai eu entre les mains de beaux cubes de pyrite provenant des amphibolites de Jugon.

Loire-Inférieure. De gros cristaux de pyrite ($1/2\ b^2$) se rencontrent dans les gneiss de Couéron ; dans les amphibolites de la Martinière, ils se trouvent, soit dans la roche elle-même, soit dans ses fentes ; la forme dominante est $p\ a^1$. M. Baret a trouvé en outre de gros octaèdres réguliers dans les veines quartzeuses du Grand Auverni ; elles traversent des roches quartzeuses dans lesquelles la pyrite ne se trouve qu'en cubes.

Mayenne. De gros cubes de pyrite ont été trouvés, il y a quelques années, dans les schistes précambriens lors de la construction d'un pont à Saint-Fraimbault-de-Prières.

Rhône. Les fentes du gneiss de l'île Barbe, près de Lyon, sont parfois tapissées de croûtes cristallines constituées par des cubes de pyrite.

Haute-Loire. Les gneiss et micaschistes de la Haute-Loire sont localement pyriteux ; les cristaux $1/2\ b^2$ et plus souvent p ont été signalés par L. Pascal dans les localités suivantes : Servissac, Alleyras, Vieille-Brioude, Le Brignon, Saint-Germain, Saint-Just, Allègre, Saint-Pierre-Eynac, Vergougheon, Pont-du-Lignon, etc.

Alpes. — *Isère.* De jolis cristaux de pyrite $1/2\ b^2$ se trouvent dans les schistes talqueux de la chaîne des Grandes-Rousses, près du Bourg d'Oisans.

Corse. — La pyrite est abondante dans les schistes lustrés de l'île ; ceux-ci sont, par place, tellement imprégnés de ce minéral qu'ils en deviennent exploitables ; c'est ce qui a lieu notamment à Cardo près Bastia, à Lancone près la gorge de Bevinco, à Vezzani, à Frangone, etc. Cette pyrite est souvent assez riche en cuivre pour qu'on ait pu l'exploiter pour l'extraction de ce métal (Cardo, Frangone). La pyrite

de Vezzani, que j'ai vue, forme de grosses masses constituées par des cristaux 1/2 b^2 de plusieurs centimètres de diamètre portant de petites troncatures de l'octaèdre a^1 (111) et de diploèdres indéterminables. C'est probablement de ce gisement que viennent les cristaux compliqués de forme que Dufrénoy a cités en Corse, sans indications plus précises.

Algérie. — *Constantine*. M. Flamand m'a communiqué un chloritoschiste de Pendek renfermant des octaèdres nets de pyrite.

b) *Dans les cipolins*.

La pyrite est plus ou moins abondante dans tous les cipolins français (voir à *biotite*, tome I, page 332). Les gisements suivants m'ont seuls fourni de beaux cristaux.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Les cipolins, qui forment une bande presque continue au sud du massif cristallin du Labourd, renferment des cristaux de pyrite nets, mais généralement de petite taille. Dans la carrière d'Itsatsou, j'ai notamment recueilli de jolis cristaux $p\ a^1$ qui, par allongement suivant un axe quaternaire, prennent un aspect quadratique (fig. 19).

Fig. 19.
Pyrite d'Itsatsou.

Ariège. La pyrite se présente dans les cipolins d'Arignac et de Mercus sous forme de cubes avec souvent a^1 (111) et 1/2 b^2.

5° *Dans les formations sédimentaires*.

La pyrite abonde comme produit accidentel des formations sédimentaires. Dans beaucoup de cas, elle peut être considérée comme contemporaine du sédiment, mais dans d'autres, sa formation est évidemment secondaire; c'est ce qui a lieu particulièrement pour tous les cristaux formés dans les fentes.

Les gisements français dignes d'intérêt à ce point de vue vont être successivement passés en revue par ordre chronologique.

a) *Dans les assises paléozoïques*.

α. Dans les assises siluriennes et dévoniennes.

Dans les schistes siluriens et dévoniens, la pyrite se trouve parfois

en cristaux très abondants et remarquablement nets : ce sont le plus souvent des cubes sans modifications.

Normandie. — *Calvados et Orne*. La pyrite forme de petits amas à la partie supérieure des grès armoricains (Bagnoles) ; elle se trouve aussi en nodules au milieu des couches de limonite qui séparent les grès armoricains des schistes à *Calymene* (May-sur-Orne). Dans ces derniers, la pyrite se trouve en cristaux cubiques généralement plus petits que ceux des schistes précambriens de la Manche.

Manche. De la pyrite en cristaux cubiques ou en masses se trouve dans la magnétite exploitée à Diélette.

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine*. Les schistes ardoisiers siluriens de Fougeray, du Pré-Chatel renferment de beaux cubes de pyrite : dans ceux de Bain, ce minéral se rencontre plutôt sous forme de nodules fréquemment entourés ou pénétrés par du gypse fibreux. Dans les ardoises de Riadan, la pyrite se trouve non seulement en cristaux cubiques, mais encore en nodules et en épigénies de divers fossiles (*cystidées*, *trinucleus*, etc.). Ces épigénies sont souvent recouvertes de calcite fibreuse.

Côtes-du-Nord. La pyrite abonde dans les ardoisières siluriennes de Caurel ; elle s'y trouve en cubes.

Finistère. Les schistes dévoniens de la rade de Brest renferment de beaux cristaux cubiques de pyrite ou des sphéroïdes aplatis du même minéral qui s'oxyde facilement aux affleurements.

Loire-Inférieure. Des cristaux cubiques de pyrite souvent aplatis et groupés en masses testacées se rencontrent dans le calcaire dévonien d'Erbray ; j'ai observé dans les belles géodes de calcite du calcaire de Cop-Choux des cristaux de ce minéral entièrement recouverts par un enduit mince très brillant de pyrite.

Des cristaux cubiques de pyrite atteignant $1^{cm}5$ d'arête m'ont été signalés par M. Davy dans les grès siluriens qui s'étendent d'Erbray à Saint-Julien de Vouvantès et notamment au voisinage de cette dernière localité.

Mayenne. La pyrite, souvent en cristaux cubiques nets, est assez abondante dans le silurien de la Mayenne. Je dois à l'obligeance de M. Œhlert l'indication du niveau précis des gisements suivants : schistes ordoviciens à *Calymene Tristani* (Andouillé, Montsurs, etc.) ;

schistes ordoviciens à *Trinucleus Pougerardi* (Renazé), la pyrite s'y trouve, soit en cubes distincts, soit en épigénie du tégument de trilobites, des tiges d'encrines, etc.) ; grès du silurien supérieur (la Croixille, Le Genest, etc.) ; schistes ampéliteux du silurien supérieur (Loupfougères, Briassé en Entrammes [cubes et nodules]).

La pyrite se rencontre en outre en cubes nets dans le calcaire dévonien inférieur de Saint-Germain-le-Fouilloux, de Saint-Céneré, etc.

Je rappellerai que ce minéral forme parfois entre les feuillets des schistes ardoisiers, de curieuses dendrites qui ont été prises pour des restes de végétaux (*Eopteris Morieri*).

Anjou. — *Maine-et-Loire*. Les ardoises d'Angers (Angers, Trélazé, La Forêt en Combrié, etc.), sont célèbres par les beaux cubes de pyrite triglyphe (fig. 1) qu'ils renferment. Ils sont parfois associés à de la calcite. La pyrite s'y rencontre aussi dans les filons de quartz (cordes de chat) qui traversent les schistes ardoisiers ; elle est parfois accompagnée par un peu de galène, de blende, de sidérose, de chlorite, etc. Des cristaux cubiques et des rognons atteignant 15^{cm} de diamètre se trouvent aussi dans les calcaires du silurien supérieur de Chaudefonds et dans les calcaires de la Meignanne : la pyrite de ces gisements est souvent oxydée.

Pyrénées. — Les schistes paléozoïques des Pyrénées sont riches en pyrite, ainsi qu'en témoignent les fréquentes concrétions de sulfates de fer, qui se forment à leur surface. Les suivants seuls cependant méritent d'être cités pour la beauté de leurs cristaux.

Basses-Pyrénées. M. de Limur m'a communiqué de beaux cubes de pyrite recueillis dans les schistes ardoisiers de Louvie près Laruns.



Fig. 20.
Pyrite cubique dans schiste ardoisier de Lourdes.
(*Photographie un peu réduite.*)

Hautes-Pyrénées. Les ardoises siluriennes de Lourdes sont riches en beaux cristaux cubiques

de pyrite qui se trouvent dans toutes les collections (fig. 20). Il en existe également à Labassère, à Saint-Créac (carrière Majesté).

Dans ces gisements, la pyrite ne se rencontre pas seulement en cristaux distincts, elle tapisse aussi des joints, formant des placages ayant plusieurs mètres carrés.

Haute-Garonne. La pyrite cubique est fréquente dans les schistes siluriens des environs de Bagnères-de-Luchon. On peut notamment citer ceux du Pont de Cubère où M. Gourdon l'a trouvée dans les schistes à *Orthoceras* (Poubeau dans la vallée de Larboust, Juzet, la Casseyde près Luchon, etc.).

Ariège. Les calcaires métallifères siluriens de Rancié en Sem renferment de gros cristaux $1/2\ b^2$ de pyrite, souvent en partie transformés en limonite.

Corbières. — *Hérault*. Dans le dévonien supérieur de l'Hérault, les goniatites sont souvent transformés en pyrite (Neffiez, Vailhan) qui, elle-même, est épigénisée en limonite.

Ardennes. — De magnifiques cubes de pyrite abondent dans les ardoises vertes cambriennes de Monthermé, Deville, Rimogne; ils sont souvent concentrés dans des lits distincts et présentent de remarquables phénomènes de déformation et d'étirement. Les cristaux de Rimogne ont souvent plusieurs centimètres d'arête.

b) *Dans les assises permo-carbonifères*.

D'une façon générale, la pyrite se rencontre dans tous les bassins houillers sous forme de cristaux, de lentilles, de veinules, de minces placages aussi bien dans la houille elle-même que dans les schistes, grès, etc., qui l'accompagnent. Je ne citerai que les gisements dont j'ai pu examiner des échantillons. L'oxydation de cette pyrite, souvent très finement divisée a, dans certains cas, une influence sur les inflammations spontanées de la houille, soit dans les gisements souterrains, soit dans les déblais de mines extraits et amenés au jour. On verra à l'article *salmiac* que dans beaucoup de cas, ces incendies spontanés paraissent dus à une autre cause (voir aussi à *marcasite*).

Les cristaux de pyrite de la houille appartenant aux types cubiques, octaédriques ou dodécaédriques, sont souvent remarquables par leur structure polysynthétique.

Flandre et **Artois**. — *Nord et Pas-de-Calais*. Bien que la pyrite ne soit pas rare dans le bassin du Nord et du Pas-de-Calais, peu de gisements se recommandent d'une façon particulière par l'abondance ou la beauté des échantillons de ce minéral. D'après les renseignements que je dois à l'obligeance de M. G. Léon, il existe dans le Pas-de-Calais, entre la base du houiller productif et du calcaire carbonifère, une zone de schistes stériles qui, au voisinage du calcaire, devient riche en petits grains de pyrite; cet horizon pyriteux paraît très constant. On peut citer comme gisements où il a été notamment reconnu : Fléchinelle en Ligny-lès-Aire, Auchy-aux-Bois, Douvrin, Carvin, Vendin, Lens (*Pas-de-Calais*), Annœulin (*Nord*).

M. Domézon m'a communiqué d'intéressants échantillons de pyrite des mines de Courrières : ce sont des cubes avec ou sans $1/2\ b^2$ présentant les formes des fig. 25 à 27; ils dépassent 2 centimètres de plus grande dimension. Ces cubes présentent en outre parfois de curieuses déformations, très analogues à celles de la fluorine de Romanèche : ils sont étirés suivant un axe ternaire à l'une des extrémités duquel les arêtes p sont rectilignes, alors qu'à l'autre les faces sont courbes et déformées.

M. Léon m'a remis des échantillons de pyrite cubique de la concession d'Anzin (*Nord*), Saint-Mark, La Grange, Haveluy. Dans ces gisements, il existe aussi du sulfure de fer dans les veinules de calcite traversant les couches houillères; il est possible qu'une partie de celui-ci soit constituée par de la marcasite ; les échantillons que j'ai étudiés sont insuffisants pour que je puisse l'affirmer. A Saint-Mark, la pyrite est parfois associée à de la barytine et à de la blende.

La pyrite se trouve aussi dans cette région en très mince placage dans les diaclases de la houille ; celles-ci sont irisées et c'est à leur abondance que la Veine bleue de l'Escarpelle doit son nom.

Normandie. — *Calvados*. La pyrite est abondante dans le terrain houiller de Littry. Les écailles des poissons ganoïdes des schistes permiens de la même localité sont souvent transformées en pyrite (M. Bigot).

Bretagne. — *Mayenne*. Des cubes très nets de pyrite m'ont été signalés par M. Œhlert dans le calcaire carbonifère d'Argentré (niveau de Sablé), de Rouessé près Laval (niveau de Laval), dans les schistes de la Couldre en Entrammes; dans l'anthracite (carbonifère moyen) de la

Bazouge, de Chéméré, dans celui (carbonifère supérieur) de Lhuisserie, Montigné, Le Genest, Sablé, etc.

Corbières. — *Hérault.* La pyrite est peu abondante dans le bassin houiller de Graissessac; elle se rencontre, au contraire, en assez grande quantité plus à l'est, dans celui du Bousquet d'Orb. Grâce à l'obligeance de M. Parisse, il m'a été possible d'étudier un certain nombre d'échantillons de pyrite de ces deux centres houillers ; ils présentent les mêmes particularités.

Cette pyrite est toujours cristallisée en cubes avec rarement de petites facettes 1/2 b^2, a^1 et plus rarement encore avec le diploèdre 1/2 s [π (321)] (fig. 21). Ces cristaux présentent au plus haut point la structure polysynthétique qui se retrouve dans presque tous les cristaux de pyrite de la houille. Chaque cube est constitué par le groupement à axes parallèles d'un très grand nombre de petits cristaux de la même forme. Les individus élémentaires de ces groupements ne sont jamais rigoureusement parallèles, il en résulte que les faces très brillantes des cristaux présentent une série de réflexions voisines quand on les regarde devant une lumière ; de plus, les lignes de suture des individus sont fort nettes. Quelquefois les individus constituant les groupements sont disposés de telle sorte que les faces cubiques sont concaves et rappellent celles des cristaux de smaltite des Chalanches.

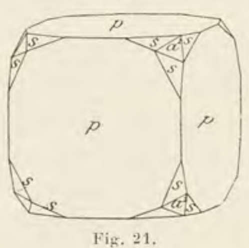


Fig. 21.
Pyrite.

Ces groupements présentent des déformations plus intenses conduisant à des cubes à faces contournées qui rappellent tout à fait comme forme les rhomboèdres en selle de la dolomie. Dans aucun autre gisement, je n'ai observé d'exemples aussi nets de ces déformations.

Ces cristaux de pyrite ne forment pas seulement de volumineux nodules ; ils sont souvent isolés dans la houille en petits groupements ne dépassant pas quelques centimètres de diamètre.

Cévennes. — *Gard.* J'ai eu entre les mains de fort beaux cristaux de pyrite provenant des mines de Rochebelle ; ils sont constitués par les deux formes a^1 et 1/2 b^2 seules ou associées (fig. 22 à 24).

D'assez beaux échantillons de pyrite (1/2 b^2 et p, avec ou sans a^1 et 1/2 b^2) se rencontrent aux mines de Salles et Montalet à Gagnières ; ils

sont engagés dans la houille, les schistes ou les grès. Les cristaux que m'a remis M. Nagel dépassent 1 cm de plus grande dimension.

Dans la concession de la Grand-Combe, la pyrite se présente en cubes ou en dodécaèdres pentagonaux $1/2\ b^2$, d'après les échantillons que je dois à l'obligeance de M. Bouquet. Il existe aussi, dans les fentes des grès et des schistes houillers, des géodes tapissées de petits cubes striés, à faces très brillantes, groupés en grand nombre à axes plus ou moins parallèles.

Plateau Central. — Parmi les nombreux bassins ou lambeaux houillers du Plateau Central, il y a lieu de faire une mention spéciale pour les suivants au point de vue de la pyrite.

Ardèche. Les mines de Prades, Nieigles et Sumène sont à citer pour les cristaux de pyrite qu'ils renferment : ce sont des cubes avec ou sans petites facettes $1/2\ b^2$ et a^1 ; ils sont réunis parfois en grand nombre ; ceux que m'a remis M. Couderc dépassent souvent 1 cm d'arête.

Tarn. Les mines de houille d'Albi renferment de très beaux cristaux de pyrite, présentant des particularités curieuses ; ils atteignent 4 cm 5 d'arête, mais sont rarement entiers ; ils sont constitués par l'agglomération à axes parallèles d'un très grand nombre de cristaux ayant la même forme ; ce sont des cubes avec de petites facettes a^1 et $1/2\ b^2$ (fig. 31). Toutes les faces du cristal présentent des décroissements en escaliers. Quelques-uns de ces cristaux sont réduits à trois faces à peu près régulières, formant un pointement trièdre, qui surmontent une masse irrégulière. On rencontre aussi des nodules arrondis, à surface moirée qui, dans certaines positions, montrent une série de réflexions sur des plans parallèles en escaliers correspondant à des faces p ou a^1. Les cristaux nets de ce gisement sont parfois saupoudrés d'une grande quantité de petits cristaux du même minéral, ayant la même forme.

On trouvera plus loin la description de la marcasite qui se rencontre dans la houille de Carmaux. Parmi ces cristaux, j'ai trouvé quelques échantillons de pyrite. Ce sont des cubes groupés à axes imparfaitement parallèles. Leurs faces et leurs arêtes sont souvent courbes; des facettes a^1 (111) et plus rarement $1/2\ b^2$ les accompagnent. Ces cristaux sont associés à la pyrite sans se grouper géométriquement avec elle.

Aveyron. La pyrite est rare en cristaux distincts dans le bassin houiller d'Aubin. Elle s'y rencontre dans les fissures de la houille et des roches houillères en octaèdres petits, mais fort nets, dont les sommets sont généralement tronqués par des facettes cubiques; de très petites facettes $1/2\ b^2$ sont plus rares (fig. 22 et 28). Les échantillons que j'ai étudiés m'ont été donnés par M. Masson; leurs fentes sont tapissées en outre par des cristaux de gypse et par de la kaolinite pulvérulente.

Creuse. La pyrite est abondante dans le houiller de la Creuse et particulièrement dans le bassin d'Ahun. Grâce à l'obligeance de M. Raffard, j'ai pu examiner une série d'échantillons pyriteux, recueillis dans la mine de Lavaveix-les-Mines; ils constituent des nodules renfermant parfois de petits lits interstratifiés de houille; dans d'autres cas, ils sont constitués par des groupements de cristaux atteignant plusieurs centimètres. Quand on les frappe superficiellement, il est possible de faire sauter une enveloppe schisto-charbonneuse, enveloppant des faces souvent fort nettes. Ces cristaux appartiennent à deux types : les plus gros sont des dodécaèdres pentagonaux ($1/2\ b^2$) (fig. 24,

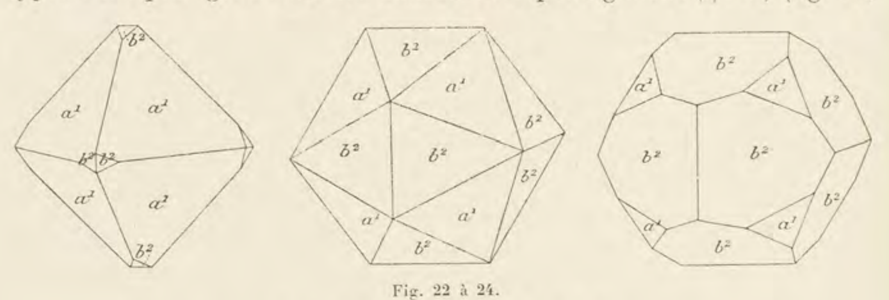


Fig. 22 à 24.

Pyrite. Combinaisons de a^1 et de $1/2\ b^2$.

27 et 30), souvent déformés et dont l'éclat moiré traduit la structure polysynthétique. Dans les autres cristaux, l'octaèdre est très développé, tantôt il est seul et tantôt il est accompagné des faces $1/2\ b^2$ et parfois p (fig. 22 et 28). Il n'est pas rare de rencontrer des pseudo-icosaèdres, formés par l'égal développement de a^1 et de $1/2\ b^2$ (fig. 23).

Puy-de-Dôme. Les mines de Brassac sont aujourd'hui pauvres en pyrite. On y a trouvé autrefois des cristaux de ce minéral particulièrement nets (p et $1/2\ b^2$).

Des lentilles de pyrite compacte se rencontrent dans la couche inférieure de la houille exploitée à Messeix; le même minéral se ren-

contre à l'état très divisé dans les houilles friables et dans les schistes. Je n'ai observé aucun cristal distinct dans la série d'échantillons que m'a communiquée M. Patelin.

Loire. La pyrite est assez fréquente dans le bassin de Saint-Étienne, mais ne s'y trouve pas en très beaux cristaux.

Dans les mines de la Roche-la-Molière et de Firminy, elle se trouve surtout en mince placage dans la houille : cependant M. Voisin m'a communiqué d'intéressants nodules de fer carbonaté lithoïde renfermant, dans leur masse, de nombreux petits cristaux de pyrite, qui se trouvent également en abondance à leur périphérie. Ces cristaux ont des faces très brillantes et sont fréquemment irisés. Leur structure polysynthétique est remarquable ; les plus réguliers sont constitués par des groupements à axes parallèles d'un grand nombre d'individus à faces p, très cannelées, présentant en outre des facettes $1/2\ b^2$ et a^1 très planes (fig. 25 à 27 et 30). Souvent aussi ces cristaux se groupent d'une façon quelconque pour constituer des globules de quelques millimètres de diamètre, limités de toutes parts par de brillantes facettes.

Les cristaux de pyrite des houillères de Montrambert et de la Béraudière, que m'a remis M. Murgue, sont très disséminés dans la houille : ils se concentrent dans les laveurs. Ce sont des cubes, groupés à axes plus ou moins parallèles ; leurs faces sont fréquemment courbes et les groupements selliformes ne sont pas rares. Une particularité curieuse réside dans les groupements constitués par l'enfilement d'un grand nombre de cristaux de taille décroissante le long d'un même axe ternaire. Ces assemblages offrent une grande analogie avec les figures de décroissement tétraédrique d'Haüy.

La pyrite des mines de la Perronière à la Grand-Croix, que j'ai étudiée, m'a été communiquée par M. Charousset. Elle est abondante, en masses compactes dans lesquelles ne se rencontrent qu'en petite quantité, des cristaux cubiques.

Allier. Dans le bassin houiller de Commentry, la pyrite, seule ou mélangée avec de la sidérose, forme quelquefois l'axe de troncs d'arbres fossilisés. De bons cristaux cubiques, parfois associés à de la kaolinite, ont été trouvés dans les fentes des diverses roches houillères.

On ne rencontre plus aujourd'hui les gros cristaux de pyrite de plus d'un centimètre d'arête qui ont été trouvés autrefois dans la houille des

mines de Commentry et de Montvicq. C'étaient des cubes, souvent très groupés à axes imparfaitement parallèles, avec ou sans $1/2\ b^2$ et a^1. Par suite de développement inégal, les cristaux présentent parfois un aspect pseudorhomboédrique.

D'après les documents que je dois à l'obligeance de M. Buisson, la pyrite ne se retrouve aujourd'hui dans ces mines que sous forme de minces placages ou de nodules constitués par de très petits cristaux à faces éclatantes, dans lesquels c'est tantôt le cube et tantôt l'octaèdre régulier qui domine, ils sont surtout associés $1/2\ b^2$ (fig. 22 à 30). Ces nodules ont parfois une structure miarolitique dont les vides sont souvent remplis par de la sidérose.

La pyrite n'existe pas en beaux cristaux dans les mines de Doyet; les échantillons que m'a communiqués M. Obé sont de petits cubes avec facettes a^1; ils se trouvent d'ordinaire dans les fentes de la houille ou des schistes, touchant à leurs deux parois et ne pouvant par suite être dégagés que très difficilement.

Dans les mines de Ferrières, la pyrite constitue de gros nodules grenus à la surface desquels ne se trouvent que de très petits cristaux $a^1\ 1/2\ b^2$. Il en est de même à Bezenet. Dans cette mine, le type cubique domine avec souvent $1/2\ b^2\ a^1$; les échantillons que j'ai étudiés ont été recueillis par M. Lévy.

Nièvre. La mine de la Machine près Decize renferme de beaux échantillons de pyrite. Ceux de la houille et des schistes houillers offrent une grande analogie avec ceux du bassin d'Ahun. Dans les

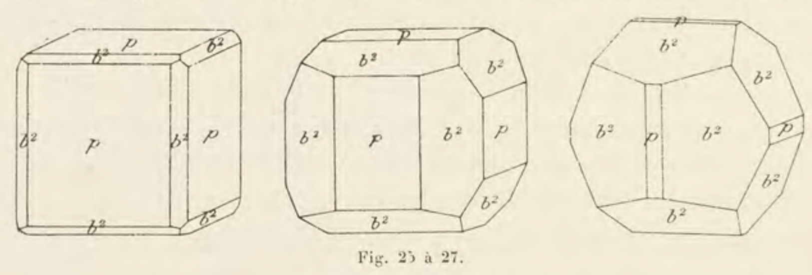


Fig. 25 à 27.

Pyrite. (Formes communes.)

échantillons que j'ai pu examiner, grâce à M. Busquet, j'ai observé divers types :

1° Cubes très déformés à faces bombées à arêtes courbes par suite d'oscillation avec $1/2\ b^2$ (fig. 25 et 26); 2° cristaux avec $1/2\ b^2$ dominant,

présentant en outre parfois p et a^1 (fig. 24,27 et 30); les faces a^1 et p sont très brillantes alors que celles de $1/2\ b^2$ sont ternes ; dans d'autres cristaux, toutes les faces sont également brillantes ; 3° cristaux avec l'octaèdre dominant, mais toujours associé à $1/2\ b^2$ et à p (fig. 28 et 29).

Les cristaux de ces divers types dépassent souvent 2 cm de plus grande dimension ; ils se groupent à axes parallèles pour former des nodules de plus grande taille, creusés de cavités plus ou moins profondes.

Les fentes des grès houillers sont parfois recouvertes d'une croûte de pyrite grossièrement fibreuse ayant 5 à 6 mm d'épaisseur ; leur surface libre est formée par un enchevêtrement de faces dans lesquelles on peut reconnaître p, a^1, $1/2\ b^2$, avec prédominance des deux premières formes ; elles sont recouvertes par de très petits cristaux de calcite.

Saône-et-Loire. Les gisements houillers de la Chapelle-sous-Dun près la Clayette renferment, d'après Drian, des cristaux de pyrite ($p\ a^1$).

D'après les échantillons que je dois à l'obligeance de M. Gardon, ce minéral ne se trouve pas aujourd'hui en cristaux distincts, mais en

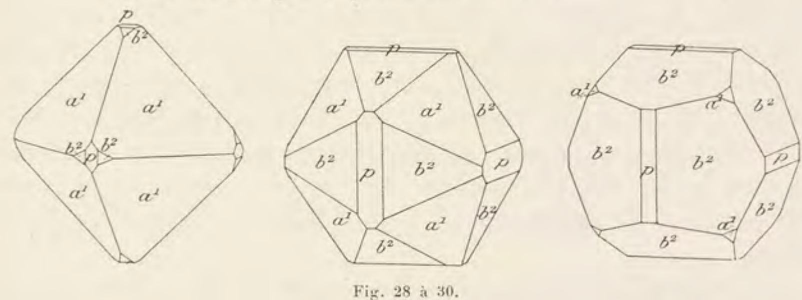


Fig. 28 à 30.

Pyrite. (Formes communes.)

masses constituées par l'empilement de lames minces formant parfois des masses cloisonnées, dues au remplissage par la pyrite de minces fissures du charbon.

Les mines de Montceau fournissent de beaux cristaux de pyrite dont j'ai étudié quelques échantillons communiqués par M. Suisse. Ce sont des cubes avec ou sans $1/2\ b^2$ et a^1, formant souvent de beaux groupes ; fréquemment leurs arêtes sont courbes et les cristaux sont réunis en éventail ; ils dépassent 1 cm de plus grande dimension. Des cristaux plus petits, à faces arrondies, sont accompagnés de marcasite.

M. Piffaut a bien voulu me recueillir, dans les mines de Perrecy-les-Forges, une série d'échantillons de pyrite ; les cristaux sont peu abondants ; ce sont des cubes atteignant 1^{cm} d'arête, les faces $1/2\ b^2$, a^1 et $1/2\ s$ [π (321)] existent aussi quelquefois (fig. 31 à 33).

Dans cette même mine, se rencontrent des groupements de cubes

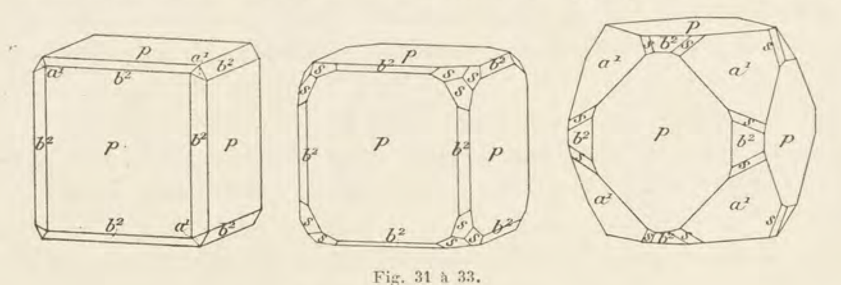


Fig. 31 à 33.

Pyrite de Perrecy-les-Forges.

disposés en éventail, remarquables par leur régularité ; ils peuvent être comparés comme aspect à l'échantillon de prehnite représenté par la fig. 8 de la page 275 du tome I.

Je dois à l'obligeance de M. Schneider une série des cristaux de pyrite provenant du Creusot (puits Saint-Paul) ($1/2\ b^2$) et de Montchanin (puits Wilson et concession de Longpendu) ; ils sont assez variés de forme (fig. 25 à 30). Ils ont la structure polysynthétique habituelle, sont souvent groupés en éventail, en associations selliformes rappelant celles de Graissessac. Ils se réunissent fréquemment pour constituer de petits nodules ayant plusieurs centimètres de diamètre.

Les travaux effectués autrefois entre cinq et six cents mètres dans le puits de la Drée, à Épinac (houiller inférieur), ont fait découvrir un amas de pyrite, ayant quatre à cinq mètres d'épaisseur. Il a été exploité pendant quelque temps.

Vosges. — *Haute-Saône*. La pyrite n'est pas rare en cristaux, en rognons et en enduits dans les roches houillères et dans la houille de Ronchamp et de Champagney. M. Luc m'a communiqué quelques échantillons de cette mine ; les cristaux sont petits, mais très éclatants, parfois associés dans des géodes à des rhomboèdres de dolomie. Ce sont des cubes très striés avec ou sans a^1 et $1/2\ b^2$. Dans quelques cristaux, c'est cette dernière forme qui domine.

Alpes. — *Savoie*. De très beaux cubes de pyrite, parfois engagés dans le quartz, se trouvent dans le houiller de la Tarentaise et notamment aux environs de Moutiers.

Isère. Le même minéral est abondant dans les mines d'anthracite (base du carbonifère supérieur) des environs de Lamure (Peychagnard en Susville, La Motte d'Aveillans).

Il s'y présente sous les deux types dodécaédrique et cubique. Les dodécaèdres pentagonaux (1/2 b^2) sont parfois associés à des facettes cubiques et octaédriques (fig. 23, 27, 29 et 30); ils se groupent en grand nombre pour former dans les schistes des veinules atteignant 2 cm d'épaisseur; celles-ci sont hérissées de pointements cristallins, englobés par les schistes et possèdent une structure grossièrement fibreuse. Dans les échantillons que je dois à l'obligeance de M. Bouvier, ces fibres n'ont pas d'orientation géométrique constante, car si quelques-unes sont bien sur le prolongement d'un pointement ternaire de cristaux (1/2 b^2) faisant saillie extérieurement, le plus grand nombre semblent orientées d'une façon quelconque par rapport à ceux-ci. Les cubes, souvent très déformés, atteignent 3 cm suivant un axe quaternaire. De très petits cristaux (pa^1), à faces brillantes, saupoudrent de jolis rhomboèdres selliformes qui accompagnent le quartz hyalin dans des filonnets traversant la formation anthracifère. La pyrite de ces gisements est très altérable.

Le même minéral abonde aussi en blocs dépassant la grosseur du poing dans les schistes du houiller supérieur de Communay.

c) *Dans les assises secondaires.*

La pyrite abonde dans les terrains secondaires, soit en cristaux distincts, soit sous forme d'épigénies organiques.

α. Marnes à fossiles pyritisés.

Je m'occuperai tout d'abord des principaux niveaux dans lesquels se trouvent en grande quantité des fossiles et surtout des céphalopodes transformés en pyrite, pour étudier ensuite les gisements donnant des cristaux indépendants de pyrite.

Il est à remarquer que ces épigénies de fossiles se trouvent surtout dans les sédiments à faciès vaseux, qu'elles manquent dans ceux à faciès oolithique ou corallien. La pyrite résulte évidemment de la réduc-

tion du gypse par des matières organiques en présence d'oxyde de fer. C'est cette même réaction qui, aujourd'hui encore, dans les vases de nos côtes, donne naissance à de la pyrite cristallisée.

Dans le *jurassique*, la pyrite sous forme d'épigénie de divers fossiles est particulièrement abondante à certains niveaux dans les marnes du *lias* (moyen et supérieur), du *bajocien*, du *bathonien*, du *callovien*, de l'*oxfordien*.

Dans le *crétacé*, il existe aussi des niveaux de marnes à ammonites pyriteuses dans le *valanginien*, le *hauterivien*, le *barrémien*, l'*aptien* et enfin le *cénomanien*.

Dans un grand nombre de gisements, ces fossiles ne se trouvent aux affleurements qu'à l'état de *limonite*, produite par altération hépatique de la pyrite ; ils sont souvent alors accompagnés de cristaux de gypse.

Il est fort probable qu'une partie de ces épigénies organiques sont constituées par de la marcasite et non par de la pyrite. Il n'est guère possible d'établir la distinction certaine entre ces deux formes du sulfure de fer, en l'absence de formes cristallines déterminables, quand il s'agit d'échantillons trop impurs pour que la détermination précise de la densité puisse être faite. J'ai donc rangé tous ces gisements à l'article pyrite, beaucoup d'entre eux fournissant accessoirement des cristaux de pyrite cubiques, en même temps que les pseudomorphoses dont je m'occupe ici.

Il serait sans intérêt de citer les innombrables localités où se trouvent ces fossiles pyriteux. Je me contenterai de citer quelques gisements typiques, intéressants par l'abondance ou la belle conservation de ces épigénies ; ces noms de localités ont été relevés dans diverses publications géologiques ; j'ai étudié personnellement quelques-uns de ces gisements et d'autres enfin m'ont été obligeamment signalés par MM. Arnaud, Blayac, Breton, Bigot, Collot, Fournier, de Grossouvre, Haug, Kilian, Paquier, Péron, Petitclerc, Welsch.

Jurassique.

Lias moyen.

Calvados. (Tilly-sur-Seulles, Fontenay-le-Pesnel, Subles, et en général tout le Bessin.)

Cher. (Saint-Amand, Sancoins.)
Corrèze. (Brive.)
Aveyron. (Villefranche, Millau.)
Dordogne. (Nontron, Thiviers.)
Jura. (Salins.)
Doubs. (Besançon.)
Belfort. (Belfort.)
Haute-Saône. (Environs de Vesoul, entre Grattery et Vaivre.)
Côte-d'Or. (Veraney, Pouillenay, tout l'Auxois.)
Yonne. (Environs d'Avallon.)
Nièvre.
Saône-et-Loire. (Génelard.)

Lias supérieur.

Vienne. (Environs de Poitiers, entre Ligugé et Smarves, pont de la Bournigale, Bénasse près Couhé, Civray.)
Haute-Vienne. (Saint-Barbant.)
Aveyron. (Fressac, Millau.)
Lozère. (Lauvéjols.)
Lot-et-Garonne, *Tarn-et-Garonne*. (Vallée de la Bonnette et bordure méridionale du dôme de la Grésine.)
Saône-et-Loire. (La Croix-Blanche, Chevagny, Solutré.)
Yonne. (Vassy-lès-Avallon.)
Ardennes.
Doubs. (Valentin.)
Haute-Saône. (Motte de Vesoul.)
Nièvre, *Cher*, *Indre*, *Deux-Sèvres*.
Savoie. (Saint-Colomban-lès-Villard.)

Bajocien.

Hautes-Alpes. (Gap.)
Basses-Alpes. (Beaumont près Digne.)

Bathonien.

Basses-Alpes. (Digne.)
Bouches-du-Rhône. (Saint-Marc près Aix.)

Callovien.

Pas-de-Calais. (Le Wast près Boulogne.)
Calvados. (Villers, falaises de Dives et des Vaches noires.)
Ardèche. (La Voulte.)
Haute-Marne. (Bologne, Liffol.)
Jura. (Palente près Besançon.)
Basses-Alpes. (Les Blaches près Castellane, Dourbes.)
Meuse, Vosges, Doubs, Cher, Deux-Sèvres, Vendée.

Oxfordien.

Jura. (Champagnole, Andelot, La Brissière.)
Doubs. (Tarcenay, Epeugney, Arc-sous-Montenot, Trepot, Palente près Besançon.)
Ain. (La Chartreuse de Sélignat près Arnans, Saint-Rambert-en-Bugey, Nantua.)
Cher. (Châteauneuf sur Cher.)
Saône-et-Loire. (Flacé-lès-Mâcon.)
Meuse, Vosges, Haute-Marne, Deux-Sèvres, Vendée.
Basses-Alpes. (Col de Font Freye, près le Poil.)
Bouches-du-Rhône. (Vallée de Vauvenargues, près Aix.)
Pas-de-Calais. (Le Wast, près Boulogne.)

Crétacé.

Valanginien.

(Les *Alpes françaises* depuis la *Savoie* jusqu'aux *Alpes-Maritimes* et notamment : l'*Isère* (Grande-Chartreuse, Chichiliane), la *Drôme* (Chatillon-en-Diois.)
Basses-Alpes. (Montagne de Lure, Haut-Château près Novante, Lioux près Senez, Pont-Julien près St-André de Néouilles, Cheiron près Castellane.)
Gard. (Saint-Hippolyte.)

Hauterivien et Barrémien.

Drôme, Basses-Alpes.

Constantine. (Djebel-Ouach, la Taya, Medjez, Sfa près Duvivier, Djebel Djaffa.)

Aptien.

Yonne. (Gurgy.)

Haute-Marne. (Saint-Dizier.)

Vaucluse. (Gargas près Apt.)

Basses-Alpes. (Carniol, Hyéger près Moriez, Pramatou près Vergons, Lioux près Senez, Blieux, Banime, etc.)

Drôme. (Environs de Saillans, Rovans.)

Constantine. (Oued Chéniour.)

Albien (gault).

Haute-Marne. (Montiérender.)

Ardennes, Haute-Saône.

Aube. (La Villeneuve-aux-Chênes, Dienville.)

Côte-d'Or. (Bèze, Pontailler.)

Constantine. (Oued Chéniour, Djebel Amar Kaddou.)

Cénomanien.

Alger. (Oued Chéniour.)

Constantine. (Berrouagnia, Boghar.)

β. Gisements de cristaux de pyrite.

Dans les assises triasiques.

Corbières. — *Aude.* De très jolis cristaux de pyrite ($1/2\ b^2$) avec macle de Lurdé (fig. 43) se rencontrent dans le gypse de Fitou (voir à *epsomite*).

Pyrénées. — Les calcaires, les marnes et les gypses qui, dans les Pyrénées, sont attribués au trias sont généralement riches en cristaux de pyrite; ceux-ci seront décrits page 619, car ils se trouvent surtout en abondance là où les roches dont nous nous occupons ici sont métamorphisées par les ophites ou la lherzolite.

Vosges. — *Haute-Saône.* Les assises gypseuses et salifères keupériennes de la Haute-Saône sont recouvertes, à Gouhenans, par des couches de houille très pyriteuse, associée à des schistes argileux. J'ai pu examiner une série d'échantillons de ce genre, grâce à l'obli-

geance de M. Baissac. La pyrite est disséminée dans la houille dure et dans la houille tendre; mais c'est dans cette dernière seulement que se rencontrent les cristaux distincts ($p\,a^1$) avec parfois de petites facettes a^3 (311) (forme semblable à celle de la fig. 59). Le gypse fibreux ne se rencontre que dans la houille dure, à un niveau inférieur à celui de la houille tendre. Les schistes qui forment le toit de la couche de houille renferment de gros nodules globuleux ou arrondis de pyrite un peu blanche, rappelant par leur forme ceux de la craie; ils sont formés par des cubes enchevêtrés.

La pyrite de Gouhenans est extraite par séparation mécanique de la houille (2,5 à 3 °/₀) et utilisée pour la fabrication de l'acide sulfurique.

Vosges. — [*Lorraine*.] La pyrite s'est trouvée en grande quantité au milieu de lits de combustibles minéraux subordonnés aux grès du keuper de Lorraine. Deux concessions ont même été accordées pour l'exploitation de ces combustibles pyriteux qui ont servi à la fabrication de l'alun et du vitriol (Valmunster, Ottonville, Velving et Hestroff, Saint-Bernard, Piblange, Villers-Bettnach dans l'ancien arrondissement de Metz.)

Alpes. — Les schistes lustrés et les gypses triasiques des Alpes sont parfois assez riches en cristaux de pyrite; je citerai notamment les gisements suivants :

Savoie. Le gypse des environs de Modane renferme parfois de beaux cristaux de pyrite. La collection de l'école des Mines possède un cristal provenant d'Aussois, à l'est de cette ville : sa forme dominante est le diploèdre $1/2\,s$ [π (321)], avec de très petites facettes a^1, p, et $1/2\,b^2$.

Hautes-Alpes. M. Paquier a trouvé dans le gypse de Montrond près Serres, des cristaux de pyrite ($1/2\,b^2$ et p), associés à de la galène et à de la célestite.

Basses-Alpes. A Verdaches près Digne (*Basses-Alpes*), de jolis octaèdres réguliers de pyrite de 0^{cm} 5 sont distribués dans un schiste quartzomicacé et calcaire. Des filonnets de quartz traversant le schiste renferment des poches tapissées de gros cubes striés, très altérables.

Provence. — M. Fournier m'a signalé de beaux cristaux cubiques de pyrite dans les marnes gypseuses du keuper des Caillols, près Saint-Julien.

Algérie. — *Constantine*. Les marnes irisées et le gypse de Souk-Ahras renferment en abondance de beaux cristaux de pyrite accompagnant le quartz bipyramidé. Les cristaux, dont la forme est $1/2\ b^2$ avec de petites facettes p et a^1, sont généralement limonitisés et atteignent un centimètre de plus grande dimension.

Dans les assises jurassiques.

Normandie. — *Calvados*. Les marnes calloviennes de Villers-sur-Mer, de Dives, des Vaches Noires, etc., renferment des nodules de pyrite formés par des octaèdres associés aux faces du cube ; ils sont fréquemment enchevêtrés et emboîtés les uns dans les autres, donnant des formes polysynthétiques souvent très complexes.

Artois. — *Pas-de-Calais*. Des exploitations de lignite pyriteuse ont été faites autrefois à la base du bathonien à Leulinghen, près Marquise. Le kimméridjien et le portlandien moyen du Boulonnais renferment aussi de semblables lignites pyriteux.

Anjou. — *Maine-et-Loire*. Des cristaux de pyrite fort nets (pa^1) se trouvent dans l'Anjou au milieu des calcaires bajociens des carrières du Chalet et des Garennes.

Poitou. — *Deux-Sèvres*. M. Bizard m'a remis de jolis cristaux (pa^1) de pyrite, transformés en limonite provenant des calcaires (banc pourri) d'Échiré près Niort.

Vienne. Je dois à l'obligeance de M. Welsch des échantillons de pyrite provenant des calcaires marneux du lias supérieur du pont de la Bénasse près Couhé, ce sont des cubo-octaèdres. Dans les géodes de ce gisement, les cristaux de calcite sont parfois saupoudrés de petits cubes de pyrite. De belles pseudomorphoses de pyrite cubique se trouvent dans les calcaires jurassiques de Loudun.

Des masses stalactiformes de pyrite couvertes de cristaux (pa^1) se trouvent à la surface des calcaires de la gare d'Avanton.

Charente. Le même géologue m'a communiqué de jolis cristaux (a^1, $p\,a^1$) provenant du calcaire bajocien de la Grange de la Péranche près Pleuville, à la limite de la Vienne.

Pyrénées (Voir page 619). — *Basses-Pyrénées*. Les calcaires jurassiques qui bordent le massif du Labourd renferment parfois de beaux cristaux de pyrite ; dans ceux d'Hasparren se trouvent des dodécaèdres pentagonaux ($1/2\ b^2$) atteignant 1 ^{cm}, 5 de diamètre.

De très gros cristaux de ce genre offrant la macle de Lurdé et généralement transformés en limonite ont été rencontrés à Louvie Juzon.

Hautes-Pyrénées. Les calcaires jurassiques des environs de Bagnères-de-Bigorre renferment des cristaux de pyrite généralement transformés en limonite ; dans quelques gisements, ils constituent de magnifiques échantillons. La collection du Muséum possède un superbe groupe de cristaux (1/2 b^2) atteignant individuellement 10 ^{cm} de plus grande dimension et provenant d'Estrèmes de Salles en Agos (Vallée d'Argelès).

M. Frossard m'a communiqué de beaux cristaux provenant du Castel en Gerde (1/2 b^2) et atteignant la grosseur du poing, de Cot de Ger à Bagnères [la forme ordinaire est le cube, on trouve aussi de très gros cristaux (1/2 b^2) présentant la macle de Lurdé] et de Salut en Bagnères (cubes plus ou moins décomposés).

Ariège. Les blocs de calcaire bleuâtre constituant la brèche que l'on rencontre sur la route d'Ax à Prades, peu après avoir passé le col de Marmare, renferment en abondance des octaèdres réguliers de pyrite, atteignant 2 ^{mm} de plus grande dimension ; ils sont légèrement cuprifères et, par leur décomposition, ils s'entourent d'un enduit verdâtre de malachite.

Plateau Central. — *Ardèche.* Les couches du minerai de fer oolithique qui est exploité entre Saint-Priest et Privas dans le lias sont traversées par des fissures remplies de calcite ; à leur contact avec le minerai, on observe de petits amas de pyrite, qui sont localisés dans cette position.

Fig. 34.

Groupe de cubes de pyrite (transformés en limonite de Crèches (*Saône-et-Loire*). (*Réduction d'un tiers environ.*)

Aveyron. Les marnes liasiques de Millau renferment non seulement des fossiles pyriteux, mais encore de jolis cristaux (1/2 b^2 a^1) de pyrite.

Loire. Des filonnets de pyrite se trouvent dans les calcaires jurassiques de la Rivoire, près Charlieu.

Saône-et-Loire. L'oxfordien des environs de Mâcon est localement

riche en énormes cristaux de pyrite, formant des groupes de cubo-octaèdres de toute beauté. J'en ai recueilli un bel échantillon dans le jardin de l'école normale de Mâcon et de nombreux autres dans les carrières actuellement exploitées à Crèches (fig. 34).

Côte-d'Or. Des cristaux de pyrite se trouvent parfois dans les joints de lumachelle de Saulieu.

Yonne. La pyrite en beaux cubes se rencontre dans les veinules de calcite spathique qui traversent les calcaires toarciens de Vassy-lès-Avallon ; le même minéral en nodules à pointements octaédriques s'observe (avec gypse) dans les marnes kimmeridjiennes de Vilon, au nord de Cruzy.

Jura. — Les calcaires bajociens de Saint-Jean d'Étreux renferment de beaux groupes d'octaèdres de pyrite limonitisée, atteignant 1 cm de plus grande dimension.

Ain. Des rognons de pyrite hérissés de cubo-octaèdres ont été trouvés dans le minerai de fer oolithique de Villebois et de la Verpillière.

Alpes. — *Isère.* De gros cubes striés, avec ou sans $1/2\ b^2$, ainsi que cette dernière forme isolée, se rencontrent dans les marnes liasiques du col de Serre en Saint-Theoffrey et Lavaldens. Les dodécaèdres pentagonaux de ce gisement présentent parfois de curieuses déformations.

M. Kilian m'a signalé de très beaux cubes de pyrite dans les calcaires liasiques de Thollonges, et des cubo-octaèdres dans l'oxfordien de Meylan.

Hautes-Alpes. La pyrite abonde en dodécaèdres pentagonaux dans le calcaire tithonique de Barret, d'Orpierre, etc. (*M. Paquier*).

Drôme. La pyrite se trouve en cristaux $1/2\ b^2$ dans les calcaires tithoniques du col de Cabre, etc.

Dans les assises crétacées.

Les sulfures de fer cristallisés que l'on rencontre dans les assises crétacées et particulièrement dans celles du supracrétacé sont surtout formés par de la marcasite (voir plus loin); des cristaux de pyrite cubiques se trouvent cependant dans les gisements suivants :

Charente-Inférieure. Les assises sénoniennes (santonien) de Cognac

renferment de la pyrite ($p\, a^1$) en groupements complexes, transformés en hématite ou en limonite : les échantillons que j'ai examinés m'ont été communiqués par M. Arnaud.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* Les marnes bleuâtres crétacées de Capvern renferment de très curieux échantillons de pyrite ; ils sont groupés en nodules aplatis ayant la forme d'une pièce de monnaie ; ils mesurent en moyenne 2 ^{cm} 5 (fig. 35). Ils sont constitués par de petits cristaux distribués sans ordre dans lesquels on distingue parfois les faces p et $1/2\ b^2$.



Fig. 35.
Nodules de pyrite dans marne de Capvern. (*Réduction de moitié environ*).

Ardennes, *Yonne*, *Aube*, *Haute-Marne.* Les lignites aptiens (cendres noires) de Liart et de la Folie Not (*Ardennes*) et les sables verts altérés de cette région sont très souvent pyriteux. De gros nodules pyriteux avec facettes cubiques ont été signalés à Jaugles à l'ouest de Rouveray (avec gypse), à Villefarjeau (*Yonne*).

La marcasite de la craie de Creney, près Troyes (*Aube*), est accompagnée de pyrite en octaèdres avec ou sans faces du cube. Ils sont fréquemment empilés suivant un axe quaternaire et rappelent les groupements de martite qui seront figurés dans le tome III.



Fig. 36.
Pyrite de Creney, près Troyes (*Aube*). (*Grandeur naturelle.*)

Ces cristaux s'enchevêtrent aussi pour former des groupements que j'ai étudiés dans les échantillons que m'a communiqués M. de Mauroi (fig. 36).

Ils présentent fréquemment une grande analogie avec les macles pseudo-octaédriques de la marcasite qu'ils accompagnent et il n'est pas toujours facile de les distinguer les uns des autres quand les mesures précises sont impossibles; les cristaux sont toujours limonitisés.

Alpes. — *Haute-Savoie.* Les calcaires gris compacts de Giez près Faverges renferment de petits nodules de pyrite à surface lisse, affectant parfois des formes fort bizarres.

Drôme. On trouve la pyrite en cristaux $1/2\ b^2$ dans les calcaires valanginiens du Diois.

Provence. — *Bouches-du-Rhône.* Les lignites du sénonien supérieur (fuvélien) exploités à Valdonne et à Gardanne, renferment la pyrite sous forme d'enduits ou de lits minces avec cristaux $p\,a^1$, généralement peu distincts dont j'ai pu examiner des échantillons grâce à l'obligeance de M. Domage.

Des rognons noduleux de pyrite se rencontrent dans les marnes de l'aptien de la Bédoule où ce minerai se trouve plus rarement en épigénie de fossiles.

Algérie. — *Oran.* De gros cristaux de pyrite en cubes groupés comme ceux de la fig. 34 se trouvent dans les calcaires crétacés (néocomiens ?) de Sidi Fintous (Aïn Trid) dans le Djebel Tessala.

Constantine. J'ai examiné de jolis cristaux de pyrite provenant des calcaires crétacés (gault, d'après M. Blayac), du Djebel Amar Kaddou, sur la bordure N.-O. du Chatel Gueleff, à mi-chemin entre les lignes de chemin de fer Constantine-Biskra et Constantine-Aïn-Beida. Ils offrent la forme $1/2\ b^2$, avec la macle de Lurdé constante (fig. 43) ; ce sont de fort jolis cristaux non oxydés. M. Brive a recueilli, dans les marnes sénoniennes de Sidi Saïd (Dahra), de gros échantillons de pyrite formés par des octaèdres et des cubo-octaèdres enchevêtrés. De gros cubes groupés, épigénisés en limonite, se trouvent dans les mêmes conditions à El Kantara (M. Ficheur). Ce sont encore de gros cubes qui se rencontrent dans les calcaires noirs, compacts (cénomanien) des Portes de Fer et de la région de l'Oued-Cherf.

Dans les assises tertiaires.

Le sulfure de fer est abondant dans certaines assises tertiaires, mais il semble que dans la plupart des gisements il est constitué par de la marcasite et non par de la pyrite cubique. Dans les gisements suivants existe la forme cubique.

Bassin de Paris. — *Seine.* J'ai observé des dendrites de pyrite

sur le bord de cristaux maclés de gypse (gypse en fer de lance), des marnes intragypseuses du ludien de Pantin près Paris, mais je les considère comme d'origine secondaire (*Nouvelles arch. Muséum*, 1897) et probablement de formation actuelle.

Alpes. — *Basses-Alpes*. Les calcaires ardoisiers gris du flysch (éocène supérieur) de la vallée de l'Ubaye renferment tout près et au sud de la ville de Barcelonnette des cubes de pyrite extrêmement nets qui, par leur aspect et leur abondance, rappellent les cristaux similaires des ardoises siluriennes de la Bretagne et des Pyrénées; les plus gros atteignent 1 cm d'arête, le cube est toujours simple. Les déformations mécaniques ne sont pas rares. Ces calcaires sont appelés dans le pays *pierres de carrelets*. Je dois à MM. Arnaud et Haug ces renseignements précis sur leur gisement.

Dans les assises quaternaires ou actuelles.

Le sulfure de fer se produit fréquemment dans les milieux renfermant à la fois des oxydes de fer, des sulfates, tels que le gypse, et enfin des matières organiques capables de déterminer une réduction de ce dernier minéral. C'est ainsi que Malaguti a signalé un sulfure de fer dans les vases bleuâtres de Saint-Malo (*Ille-et-Vilaine*) (*C. R.* XXXIV. 696. 592), que Chevreul a indiqué un semblable produit sous le pavé de Paris et dans la vase de la Bièvre (*C. R.* XXXVI. 553. 1853), que Berthier l'a trouvé sur une ancre retirée de la Seine (*A. M.* XIII. 664, 3e série), mais ce sulfure qui n'a pas été isolé est décomposable par l'acide chlorhydrique; il est sans doute formé par du protosulfure et non par de la pyrite. De même, les arbres, recueillis à marée basse à Cherbourg (*Manche*) et provenant de forêts submergées depuis la période historique, ainsi que la tourbe de nombreux gisements, sont fréquemment recouverts d'efflorescences de sulfate de fer, indiquant la présence de sulfure de fer finement distribué dans leur masse, mais généralement invisible à l'œil nu.

Il n'en est pas de même pour la pyrite moderne des gisements suivants qui ont fourni de beaux échantillons.

Normandie. — *Orne*. Je dois à l'obligeance de M. Le Tellier un très intéressant échantillon de pyrite de formation moderne. Il y a environ 40 ans, lors de la construction du viaduc d'Ozé jeté sur la Sarthe aux environs d'Alençon, de grandes tranchées furent faites dans la

prairie à 10 ou 15 mètres du thalweg de la vallée. Les fondations du viaduc durent être faites sur pilotis, car à 10 mètres, les travaux étaient toujours dans des alluvions tourbeuses, riches en débris végétaux et notamment en troncs de saules. C'est au milieu de ces alluvions que furent trouvés d'énormes blocs de pyrite. L'échantillon que j'ai entre les mains a été détaché par M. Le Tellier d'un bloc d'un demi-mètre cube; il est constitué par de petits cubo-octaèdres (pa^1) ayant en moyenne 2 millimètres; ils sont enchevêtrés pour donner une masse à apparence scoriacée qu'il est difficile de débarrasser complètement de l'argile. Ces cubo-octaèdres sont eux-mêmes formés de lames superposées dont l'ensemble rappelle les figures de décroissement d'Haüy; ils sont par places couverts par de la pyrite finement grenue et mamelonnée.

La fraîcheur et l'abondance de ces échantillons ne permettent pas d'admettre qu'ils ont été formés autrement que sur place.

Bretagne. — *Finistère*. M. Davy m'a signalé l'existence de nodules pyriteux de formation actuelle dans la vase de l'anse de Toulven, à l'estuaire de l'Odet, au sud de Quimper.

Algérie. — *Oran*. M. Gentil m'a communiqué une intéressante géode qu'il a recueillie dans le lac Karar, près Montagnac. Elle est constituée par de la pyrite compacte, lisse et brillante à l'extérieur, mamelonnée et concrétionnée à l'intérieur. Cette pyrite se dépose dans des eaux artésiennes à la température de 30° C.; fréquemment, elle agglomère un sable siliceux ou encroûte des haches préhistoriques; on la trouve plus rarement en cristaux cubiques.

Un curage du lac a permis récemment l'extraction d'une grande quantité de ce minéral qui en s'altérant à l'air, donne de jolis cristaux de mélantérite.

5° *Dans les roches sédimentaires modifiées par les roches éruptives.*

a) *Dans les roches métamorphisées par les roches granitiques.*

Les schistes, les grès et les calcaires métamorphisés par le granite ou la granulite renferment fréquemment de la pyrite en plus ou moins grande abondance; on pourrait citer à cet égard beaucoup de gisements de la Bretagne, des Pyrénées, du Plateau Central et des Alpes, mais

ils ne présentent pas ce minéral avec des particularités intéressantes, et ne fournissent pas de masses susceptibles d'exploitation; le suivant seul mérite d'être cité :

Pyrénées. — *Ariège.* J'ai trouvé de curieux cristaux de pyrite dans les carrières de talc, exploitées à Trimounts et à Pitourless en Lordat, dans le massif du mont Saint-Barthélemy. Ces gisements sont intéressants car ils montrent l'influence du milieu sur la forme des cristaux.



Fig. 37.
Pyrite allongée suivant un axe ternaire. Pitourless.
(*Photographie grossie deux fois.*)

A Trimounts, les couches de talc blanc (silurien) reposent sur les micaschistes et sont traversées par la granulite à tourmaline. Elles renferment des cristaux cubiques de pyrite toujours intacts.

Le talc blanc exploité est recouvert par une alternance de lits de talc impur d'un gris jaunâtre et de calcaire; les uns et les autres sont riches en pyrite, toujours plus ou moins transformée en limonite. Je n'y ai jamais trouvé de cubes, mais seulement l'octaèdre régulier, seul ou associé à de petites facettes p, $1/2$ b^2. Ces cristaux atteignent 1 cm de plus grande dimension; ils présentent de fréquents allongements anormaux; ils sont alors tantôt allongés suivant un axe ternaire, donnant des cristaux pseudorhomboédriques

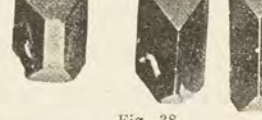


Fig. 38.
Pyrite allongée suivant un axe binaire.
(*Photographie grossie deux fois.*)



Fig. 39.
Pyrite de Pitourless.
(*Photographie grandeur naturelle.*)

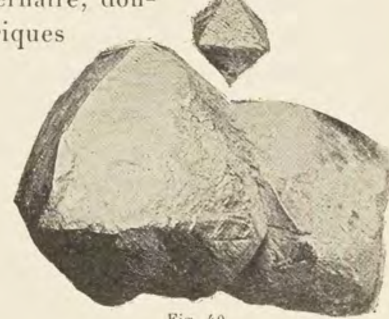


Fig. 40.
Pyrite de Pitourless.
(*Photographie grandeur naturelle.*)

(fig. 37), et tantôt allongés suivant un axe binaire, affectant alors des formes pseudorhombiques (fig. 38). Dans quelques lits, tous les cristaux octaédriques sont traversés par une baguette aplatie de même composition; leur surface rugueuse est terminée par des facettes cris-

tallines ayant respectivement la même orientation que l'une des faces du cube ou de l'octaèdre (fig. 39).

Les couches de calcaire qui, à Pitourless, recouvrent les lits talqueux, sont traversées par des filons de quartz, au contact desquels s'est développée la trémolite étudiée tome I, p. 650. Ces filons et le calcaire lui-même sont riches en gros cristaux de pyrite limonitisés, atteignant 3 cm de plus grande dimension; leurs formes sont celles d'un octaèdre à faces courbes et arrondies, oscillant vers le trapézoèdre a^2(211) (fig. 40); celui-ci se rencontre quelquefois aussi en cristaux très striés, mais nets (fig. 41), avec souvent des faces p et $1/2\ b^2$ (fig. 42).

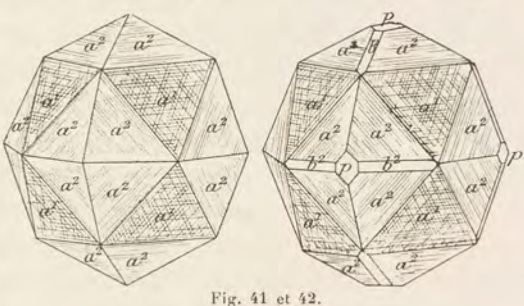


Fig. 41 et 42.
Pyrite de Pitourless.

b) *Dans les calcaires et les gypses métamorphisés par la lherzolite et les ophites.*

Les calcaires, les gypses et les couches de sel des Pyrénées et d'Algérie, métamorphisés au contact de la lherzolite et des ophites, constituent un gisement riche en beaux et intéressants cristaux de pyrite. Pour indiquer toutes les localités où j'ai recueilli ces cristaux de pyrite, il me faudrait citer sans exception toutes celles que j'ai énumérées à l'article *dipyre* auquel je renvoie (page 214). Je me contenterai de citer ici les gisements qui se recommandent par la beauté ou l'abondance de leurs cristaux de pyrite. Quand ces derniers sont englobés dans les calcaires, ils sont souvent transformés, au moins superficiellement, en limonite; dans les gypses, ils sont au contraire d'ordinaire intacts.

Landes. Je dois à l'obligeance de M. Nentien, un petit cristal de pyrite ($1/2\ b^2\ a^1$) provenant du sel gemme de Saint-Pandelon, associé à une ophite.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* J'ai recueilli en très grande abon-

dance des cristaux de pyrite dans les calcaires métamorphisés par la lherzolite du Moun caou en Louvie-Juzon. Ce sont des octaèdres avec petites facettes 1/2 b^2 : on les trouve par milliers dans le gisement d'albite (voir page 160), mais ils se rencontrent surtout dans des blocs distincts de ceux qui contiennent ce feldspath.

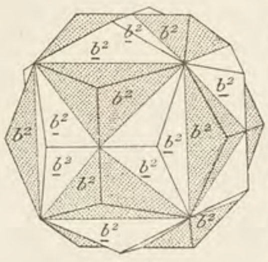


Fig. 43.
Macle de Lurdé.

Les calcaires jaunes triasiques, métamorphisés au contact de l'ophite des cols de Sieste, d'Iseyre et surtout de Lurdé, renferment en abondance des cristaux de pyrite 1/2 b^2, avec ou sans p, présentant les macles que j'ai désignées plus haut sous le nom de « macle de Lurdé » (fig. 43 et 44). Ces cristaux ne dépassent que rarement 5 mm de diamètre, ils sont souvent transformés au moins superficiellement en limonite et sont parfois accompagnés de gros cubes.



Fig. 44.
Photographie d'un échantillon de calcaire du col de Lurdé renfermant une macle de pyrite.
(*Grossissement de deux fois.*)

J'ai trouvé des cristaux identiques, mais non altérés, dans le gypse d'Espelette près de Cambo, de Lys. C'est probablement de ce dernier gisement que provient un fragment d'un dodécaèdre pentagonal avec petites facettes a^1, que possède la collection de l'École des Mines avec l'indication de Ferrière (*Basses-Pyrénées*). Les cristaux de Lys, que j'ai examinés, ont été extraits soit du gypse, soit du calcaire à grandes lames qui se trouve en blocs au milieu de ce dernier. Dans le gypse, l'octaèdre régulier domine avec de petites facettes p, 1/2 b^2, 1/2 s (fig. 45, 52). Dans le calcaire, au contraire, c'est généralement le cube qui est la forme dominante, généralement associée à a^1, a^2, a^3, $a^{1/2}$, 1/2 s : ces derniers cristaux rappellent ceux d'Arnave, mais ils sont plus petits; ils sont parfois accompagnés de beaux octaèdres de magnétite.

Le gypse triasique en relation avec les ophites de Villefranche, de Pontacq, etc., renferme des cristaux de pyrite analogues à ceux des gisements précédents.

Hautes-Pyrénées. Les gisements les plus riches en pyrite sont ceux

de Pouzac, de Gerde ; les cristaux épigénisés en limonite offrent les formes suivantes : p avec ou sans $1/2\ b^2$; ou bien $1/2\ b^2$ avec ou sans p et a^1 : à Gerde ils atteignent 2 centimètres de diamètre : dans ce gisement, les calcaires à dipyre renferment parfois des cubes très cannelés, aplatis suivant une face cubique (voir page 612).

Haute-Garonne. Les calcaires métamorphiques de Saint-Béat (carrière de Rié et surtout carrière du pic de Mont) renferment de magnifiques cristaux de pyrite qui y sont distribués d'une façon irrégulière ; en 1895, j'ai pu en recueillir un grand nombre.

La forme dominante dans les grands (3 centimètres) et les très petits cristaux est l'octaèdre, avec presque toujours $1/2\ b^2$ (fig. 22). L'égal développement de ces deux formes donne aux cristaux l'apparence d'icosaèdres (fig. 23) ; les faces p sont fréquentes (fig. 28 à 29). Les petits cristaux ont généralement leurs faces très brillantes et arrondies : j'ai observé en outre des formes précédentes $1/2\ s\ [\pi(321)]$ (fig. 45), $a^2(211)$ (fig. 53), plus rarement $1/2\ t\ [\pi(421)]$: le plus souvent, du reste, les faces sont tellement arrondies que des mesures précises sont impossibles.

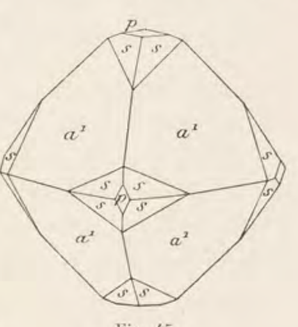


Fig. 45.
Pyrite de Saint-Béat.

Les cristaux de dimensions moyennes sont généralement des cubes à stries triglyphes ou des dodécaèdres pentagonaux $1/2\ b^2$; ces deux formes se combinent entre elles de façons très variées (fig. 24 25, 27, 30).

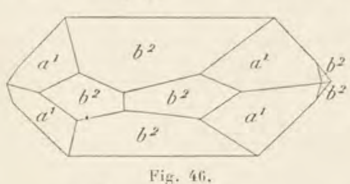


Fig. 46.
Pyrite de Saint-Béat.

Les cristaux du premier type sont rarement développés d'une façon normale ; les faces $1/2\ b^2$ sont de grandeur très variée, manquant souvent à l'une des extrémités de l'axe vertical : le cristal présente alors l'aspect de la fig. 47. La fig. 46 représente une forme assez fréquente des cristaux du troisième type, allongés suivant un axe quaternaire. Quand on isole ces cristaux de pyrite en attaquant le calcaire par un acide, on cons-



Fig. 47.
Pyrite de Saint-Béat.

tate qu'ils sont creusés de cavités profondes et réduits à un squelette rempli par de la calcite.

De magnifiques cristaux de pyrite transformés en limonite ont été trouvés aux environs de Portet d'Aspet, à la montée du col de Balagué (montagne à Colas de Charpentier, *op. cit*, 228). Ils sont engagés dans le calcaire ou tapissent des géodes de limonite massive, englobée dans le calcaire. La collection de Haüy renferme un cristal de ce gisement mesurant 7 centimètres : il a été recueilli autrefois par de Charpentier. C'est un dodécaèdre pentagonal 1/2 b^2 avec de petites facettes a^1 (111), et 1/2 s [π (321)] (fig. 48)

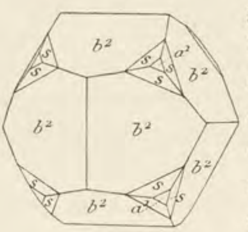


Fig. 48.
Pyrite de Portet d'Aspet.

Le sel gemme trouvé dans les sondages de Salies de Salat (voir à *sel gemme*) renferme quelques cristaux de pyrite, petits, mais fort nets ; l'octaèdre domine, accompagné par a^2 (211) et $a^{1/2}$ (221), plus ou moins développées. Ces cristaux se présentent dans les mêmes conditions que ceux qui vont être décrits plus loin dans l'Ariège ; le gisement de ces derniers est le même, avec cette différence toutefois que le gypse n'y est pas accompagné de sel.

Ariège. Les gypses métamorphiques de l'Ariège sont riches en magnifiques cristaux de pyrite qui se concentrent souvent dans des nodules calcaires. Je citerai notamment à cet égard les trois gisements suivants situés, l'un dans la vallée du Salat, celui de Betchat [Betchat est limitrophe de Marsoulas (*Haute-Garonne*), aussi les cristaux de pyrite de ce gisement se trouvent-ils souvent dans les collections avec l'indication Marsoulas, ou encore Salies du Salat, station balnéaire voisine], les autres, dans la vallée de l'Ariège, ceux d'Arignac et d'Arnave.

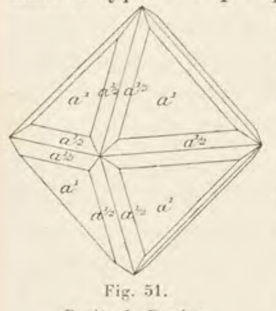
Le gisement de Betchat, que j'ai récemment étudié, peut être comparé à celui de Traversella, en Piémont, pour la beauté des cristaux dont la richesse en faces est remarquable. Il existe du reste une grande analogie de combinaisons de formes et de développement entre les types octaédriques de ces deux gisements et plusieurs des figures suivantes ont pu être empruntées à la monographie de ce gisement publiée par M. Strüver (*Accad. Sc. Torino*. XXVI. 1869).

Les cristaux de Betchat peuvent atteindre quelques centimètres. Parmi plusieurs centaines de cristaux de toute taille que j'ai étudiés, je n'ai trouvé que rarement des individus entiers, normalement développés ;

le plus souvent, leurs faces sont arrondies, leurs arêtes courbes (surtout dans les types riches en faces), comme si le cristal avait subi un commencement de dissolution ; les cristaux de petite taille deviennent globuleux et leur surface est si brillante que quand on les porte sur le goniomètre, ils donnent, dans une position quelconque, une série ininterrompue de réflexions. Parfois une partie du cristal est ainsi arrondie, tandis que le reste présente des arêtes vives, des faces admirablement planes et brillantes donnant des images irréprochables. Dans d'autres cas, les cristaux sont en quelque sorte cristallitiques et quand on les a détachés du gypse, mécaniquement ou par dissolution, on obtient un squelette creusé de cavités, avec parfois çà et là de nombreuses faces brillantes. Ces diverses particularités, jointes à des développements anormaux de quelques faces aux dépens d'autres, rendent parfois l'interprétation de ces cristaux quelque peu difficile au premier abord.

Fig. 49 et 50.
Pyrite de Betchat.

Une particularité qui se retrouve dans tous les cristaux de pyrite des gypses pyrénéens, réside dans la fréquence du trapézoèdre a^2 (211) et dans celle du trioctaèdre $a^{1/2}$ (211) qui s'observent aussi bien dans le type cubique que dans l'octaédrique ; le dodécaèdre pentagonal 1/2 b^2 ne s'y trouve pas, au contraire, isolé, bien qu'on le rencontre, au moins à l'état d'indication, dans presque tous les cristaux.


Fig. 51.
Pyrite de Betchat.

Les cristaux que j'ai recueillis peuvent être rapportés à trois types qui sont essentiellement caractérisés par la prédominance de l'octaèdre, du cube et de diploèdres.

Le type octaédrique est le plus fréquent, c'est lui qui présente les plus grands cristaux. L'un de ceux que j'ai recueillis ne mesure pas moins de 5 centimètres suivant un axe quaternaire ; l'octaèdre seul n'est pas fréquent, il est le plus souvent combiné au cube (fig. 49), au cube et à a^2 (211) (fig. 50), à $a^{1/2}$ (211) (fig. 51), à 1/2 b^2 (fig. 22 et 28), à p, 1/2 b^2 et 1/2 s [π (321)] (fig. 45 et 52) avec très souvent a^2 (211)

(fig. 53) et quelquefois en outre $1/2\, t\, \pi$ [(421)] ; la forme b^1 (110) est plus rare (fig. 54 et 55) ; celle-ci n'est souvent indiquée que par l'arrondissement ou par la corrosion des arêtes $a^1\, a^1$. La fig. 56 représente une combinaison que j'ai observée assez fréquemment ; les faces $a^{1/2}$, a^2 et $1/2\, s$ prennent souvent un plus grand développement que dans cette figure, de façon à faire presque complètement disparaître les faces a^1 ; leurs arêtes d'intersection avec cette forme sont fréquemment courbes.

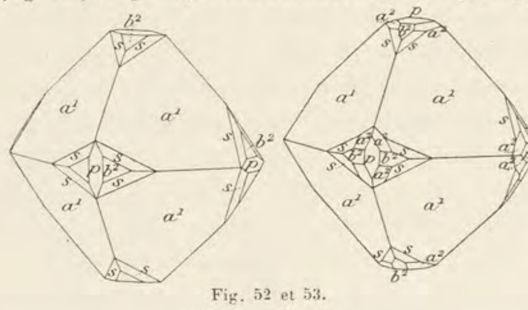


Fig. 52 et 53.
Pyrite de Betchat.

La fig. 57 représente un très beau cristal dont les faces a^1 portent des stries fines et serrées qui disparaissent au centre de la face et sont remplacées par des figures triangulaires dont les côtés sont respectivement parallèles aux trois directions de stries.

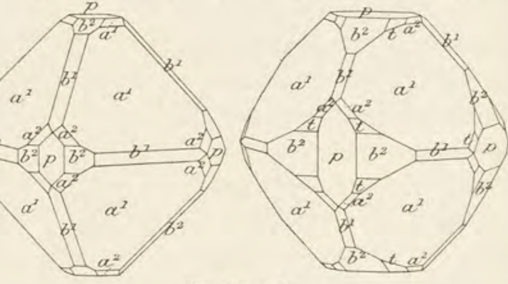


Fig. 54 et 55.
Pyrite de Betchat.

Les cristaux de ce type présentent de fréquentes déformations et des allongements variés dont les plus fréquents ont lieu suivant un axe quaternaire comme dans les fig. 46 et 47, ou suivant une arête $s\, s$; ces allongements sont généralement accompagnés du développement inégal de quelques faces et de l'arrondissement de celles de la zone d'allongement.

Fig. 56.
Pyrite de Betchat.

Les cristaux à forme cubique dominante sont rares parmi les échantillons que j'ai recueillis moi-même ; ils existent seuls, au contraire, dans un bel échantillon que je dois à

l'obligeance de M. Sem. Le cube est rarement seul, ses arêtes sont généralement arrondies ou remplacées par de petites facettes 1/2 b^2 (fig. 25). J'ai en outre observé les formes a^1 (111), 1/2 s [π (321)] (fig. 21 et 38), a^2 (211) (fig. 59), $a^{1/2}$ (221).

Un cristal m'a présenté la combinaison plus complexe de p, a^2 (211), a^3 (311), a^4 (411), $a^{1/2}$ (221), 1/2 s [π (321)], 1/2 u [π (432)], 1/2 b^2. Dans un autre, les deux diploèdres 1/2 s et 1/2 t [π (421)] sont combinés avec a^2 (211) et $a^{1/2}$ (221), 1/2 b^2, a^1 et p qui dominent.

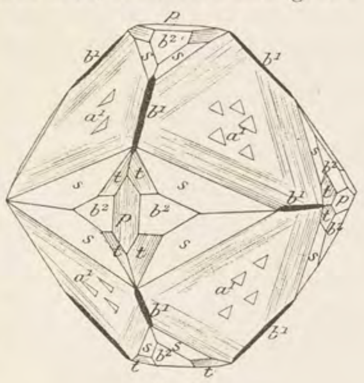


Fig. 57.
Pyrite de Betchat.

Dans le type diploédrique, les cristaux ne sont généralement pas entiers; ils sont très déformés par aplatissement suivant une de leurs faces. Les fig. 60 à 62 représentent la forme théorique de ces cristaux qui, à l'inverse de ce qui a lieu à Traversella, sont rares à Betchat.

Fig. 58.
Pyrite de Betchat.

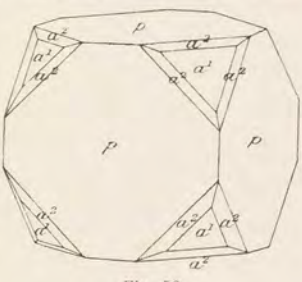
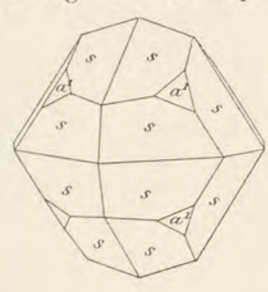
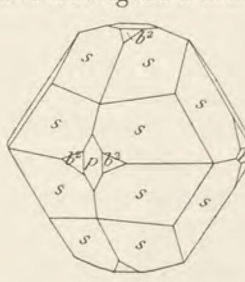


Fig. 59.
Pyrite de Betchat.

Enfin pour terminer, il y a lieu de signaler quelques cristaux déformés pour la plupart, qui sont à comparer aux fig. 41 et 42 et par suite analogues à ceux de Pitourlès en Lordat ;





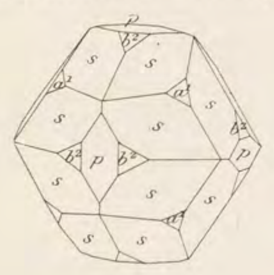


Fig. 60 à 62.
Pyrite de Betchat.

mais à Betchat les faces a^2 et a^1 sont brillantes, au lieu d'être striées comme dans ce dernier gisement.

Dans ces gisements, la forme a^2 qui est très fréquente, mais rarement assez développée pour dominer, joue le même rôle quelediploèdre 1/2 t [π (421)] dans les cristaux de pyrite de Traversella.

A Arignac et surtout à Arnave, les cristaux de pyrite sont très abondants; le plus souvent, ils sont de petite taille et à faces très arrondies. A Arnave, j'ai cependant recueilli, dans un bloc de calcaire gypseux, de fort beaux échantillons, la forme dominante y est le cube. Les combinaisons que j'ai observées sont nombreuses et riches en formes p a^1 a^2 1/2 s [π (321)], 1/2 t [π (421)] (fig. 66) $a^{1/2}$, p a^1 a^2 $a^{1/2}$ 1/2 s, 1/2 b^2 (fig. 63). J'ai examiné notamment un fragment de cristal atteignant 1 cm ; il est très riche en faces dont le poli est remarquablement parfait; il présente la combinaison p, a^1, 1/2 b^2, a^2, a^1 $a^{1/2}$ (221), $a^{3/4}$ (443) avec les diploèdres 1/2 s, 1/2 u [π (432)]. Les faces octaédriques sont quelquefois très réduites ou absentes dans les cristaux de ce type.

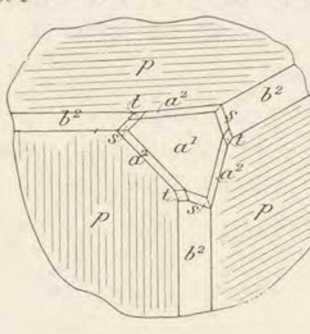
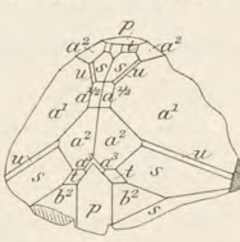
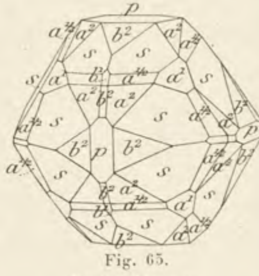


Fig. 63.
Pyrite d'Arnave.

Quand dans ces cristaux les faces du cube se réduisent ou disparaissent, on est conduit à des types dans lesquels les faces 1/2 s, a^2, $a^{1/2}$ et a^1 sont à peu près également développées. Parmi les cristaux que j'ai examinés, s'en trouvaient deux forts intéressants; dans l'un (fig. 65) la combinaison de forme est 1/2 s, a^2, $a^{1/2}$, a^1, b^1, 1/2 b^2 avec, entre les faces $a^{1/2}$, de petites facettes b^1 (110) et enfin — 1/2 b^2 (π (2$\bar{1}$0)). Ce cristal est le seul dans lequel j'ai observé les deux formes conjuguées de b^2 (210). Dans l'autre cristal, la combinaison est p 1/2 b^2, a^1, a^2, a^3, a^4, $a^{1/2}$ avec les trois diploèdres 1/2 s, 1/2 t et 1/2 u [π(432)]. Les trapézoèdres sont, dans ce cristal, réduits à de petites facettes linéaires, a^4 n'a pas été dessiné dans la figure 64.


Fig. 64.
Pyrite d'Arnave.


Fig. 65.
Pyrite d'Arnave.

Les petits cristaux d'Arnave et d'Arignac présentent le type octaé-

drique et j'y ai observé la plupart des formes signalées plus haut à Betchat.

Parmi les combinaisons compliquées les plus fréquentes, il y a lieu de citer notamment les suivantes : a^1 a^2 $a^{1/2}$ $1/2$ s également développées avec p et $1/2$ b^2 réduites, et enfin a^1 b^1 a^2 $a^{1/2}$ $1/2$ s $1/2$ b^2 p.

D'une façon générale, on voit donc que les cristaux de pyrite d'Arnave et d'Arignac offrent la plus grande analogie de formes avec ceux de Betchat ; les formes a^2 (211) et $a^{1/2}$ (221), notamment, y sont surtout fréquentes.

Algérie. — *Alger*. On a vu page 227 que les gypses métamorphiques d'Alger présentent une grande analogie minéralogique avec ceux des Pyrénées. On y rencontre également la pyrite avec des caractères analogues. Les gisements les plus intéressants à ce point de vue sont ceux de l'Arba, des environs de Rovigo (carrières de Timegheras).

J'ai pu étudier quelques bons cristaux de ce gisement, grâce à l'obligeance de MM. Delage, Gentil et Guyot de Grandmaison.

Des cristaux provenant de l'Arba offrent, avec le cube dominant, les faces a^1 (111), $a^{1/2}$ (221), a^2 (211) et parfois $1/2$ b^2 qui n'est le plus souvent décélée que par l'arrondissement des arêtes cubiques.

Les cristaux des plâtrières de Timegheras se rapportent à trois types : 1° le cube avec des arêtes et des angles arrondis et traces des faces $1/2$ b^2, a^1, a^2, etc. ; les cristaux de ce type atteignent 3 cent. de plus grande dimension ; 2° le cube avec les faces a^1, a^2 très développées. Ces cristaux offrent des aspects très variés, dus aux dimensions relatives des faces appartenant aux formes a^1 et a^2 ; 3° cristaux de grande taille, avec les formes $1/2$ b^2, a^1 et a^2 également développées et avec des déformations fréquentes : p n'apparaît qu'en fines facettes.

Oran. Le gypse et le calcaire de Noisy-les-Bains renferment des cristaux de pyrite souvent limonitisés ; dans ceux que m'a remis M. Gentil, l'octaèdre régulier domine.

6° *Dans les sources thermales.*

Du sulfure de fer se forme actuellement dans un certain nombre de sources thermales sulfatées, où il est le résultat de la réduction de sulfates en présence de matières organiques (voir page 616 pour la

pyrite de formation actuelle dans les sédiments). Je place ici tous les gisements de ce sulfure ; la séparation de la pyrite d'avec la marcasite est impossible, le minéral ne se trouvant qu'en enduits dépourvus de formes géométriques.

Plateau Central. — *Cantal.* La formation actuelle de pyrite a été signalée par Lonchamp (*A. C. P.* XXXIII. 260. 1826) dans la source thermale de Chaudesaigues.

Puy-de-Dôme. Lecoq a indiqué la formation de la pyrite dans les sources de Saint-Nectaire (on a vu plus haut qu'il se forme aussi de l'orpiment dans ce gisement) ; la pyrite a été trouvée dans les mêmes conditions à la Bourboule et au Mont-Dore, ainsi que dans les sources du Tambour, au puy de la Poix (avec bitume et barytine, aragonite, calcédoine) et dans les pépérites calcaires du puy de Cournon, où elle est associée à du bitume, à de la calcédoine.

Allier. La pyrite de formation actuelle a été observée par de Gouvenain dans les thermes de Bourbon l'Archambault (*C. R.* LXXX. 1297. 1875) à la surface d'un fragment de fer métallique.

Saône-et-Loire. La pyrite forme dans la source thermale de Bourbon-Lancy des enduits vernissés, servant de ciment à des cailloux quartzeux ; cette pyrite, dont j'ai examiné quelques échantillons dans la collection du Muséum, est très facilement altérable.

Champagne. — *Haute-Marne.* Daubrée a trouvé des enduits de pyrite dans les fentes de briques du carrelage de puisards romains à Bourbonne-les-Bains. Cette pyrite est accompagnée de cristaux de calcite ; elle agglomérait aussi de petits galets quartzeux dans l'argile du puisard, situé au-dessous de la zone à panabase dont il sera question plus loin.

Algérie. — *Constantine.* La source thermale de Hammam Meskoutine (température 95° C.) donne naissance aux remarquables pisolites calcaires qui seront décrits tome III ; parfois ils sont imprégnés de pyrite néogène (Daubrée. *C. R.* LXXXI. 854. 1875). Dans les échantillons que j'ai examinés, cette pyrite forme à la surface des pisolites des enduits uniformes et brillants, d'un beau jaune d'or.

SMALTITE

Co As_2

Cubique, parahémiédrique.

Formes observées. p (100), a^1 (111).

Faciès. La smaltite se trouve en cristaux distincts, leurs faces sont souvent creuses, surtout lorsqu'ils sont de grande dimension ; ils présentent quelquefois des groupements réticulés à symétrie quaternaire (fig. 1). On rencontre aussi ce minéral en masses compactes ou finement grenues.



Fig. 1.
Smaltite réticulée.
(*Photographie grandeur naturelle.*)

Dureté. 5,5 à 6.

Densité. 6,1 à 6,5.

Coloration et éclat. Blanc d'étain, gris d'acier parfois irisé, se ternissant à l'air et devenant grisâtre. Poussière noire grisâtre. Opaque.

Propriétés électriques, pyroélectriques, thermoélectriques. Les variétés + et — sont connues.

Composition chimique. La composition chimique, représentée par la formule Co As^2, est la suivante :

As.........	71,8
Co.........	28,2
	100,0

La substitution de nickel à une partie du cobalt conduit à la chloanthite. Il existe en outre souvent une petite quantité de nickel et une proportion plus ou moins grande de fer. L'examen microscopique montre que la smaltite et la chloanthite sont souvent zonées ou irrégulièrement tachetées de produits de composition différente dont l'existence explique les variations de composition.

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, la smaltite donne un sublimé d'arsenic métallique. Dans le tube ouvert, elle donne un sublimé blanc d'acide arsénieux et parfois des fumées sulfureuses. Sur le charbon, elle fond en dégageant des vapeurs arsénicales ; le globule offre les réactions du cobalt et souvent celles du fer et du nickel.

Altérations. La smaltite se transforme par altération en érythrite rose.

Diagnostic. La smaltite se distingue aisément de la cobaltite par la façon différente dont elle se comporte dans le tube fermé ; elle donne en effet un sublimé d'arsenic métallique, alors que la cobaltite reste intacte ; les réactions du cobalt peuvent en outre aider à distinguer ce minéral de la chloanthite ; il existe du reste de nombreux types de passage entre la smaltite et la chloanthite. La densité seule, en l'absence de formes géométriques, peut faire distinguer la smaltite (densité de 6,1 à 6,5) de la *safflorite* orthorhombique (densité 6,9 à 7,3).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La smaltite accompagne d'autres minéraux cobaltifères dans des gisements argentifères ou des filons spéciaux.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord.* La smaltite a été signalée par Cavillier (*J. P.* XXXI. 33. 1787) dans la mine de Chatelaudren. Ce savant l'y a trouvée en masses d'un gris blanc d'argent, avec de la galène à grandes facettes et de la blende dans une gangue quartzeuse ; elle était alors assez abondante dans ce gisement. Par altération, le minéral se recouvre d'efflorescences d'érythrite rose, avec des enduits verts semblant indiquer la présence de chloanthite. Je n'ai pas eu à ma disposition de smaltite de ce gisement.

Pyrénées. — *Haute-Garonne.* D'après les échantillons de la collection du Muséum, c'est surtout la smaltite ferrifère compacte, d'un gris noir, qui paraît avoir constitué le minerai recherché en 1784 dans les filons quartzeux du Juzet près Montauban-de-Luchon.

Les produits de cette mine, ainsi que ceux de la vallée de Gistain, dont il sera question plus loin, étaient traités dans une usine établie à

Saint-Mamet (de Dietrich. *Desc. gît. minéral. Pyrénées*. I. 295. 1786).

Les échantillons de Juzet, aujourd'hui fort rares, sont fréquemment recouverts d'un enduit d'érythrite.

[*Aragon*]. Des gisements cobaltifères, exploités au siècle dernier, se trouvent non loin de la frontière française, dans la vallée de Gistain (province de Huesca). Les filons cobaltifères ont été rencontrés à environ 5 km. du village de Saint-Jean de Gistain ; ils sont à gangue calcaire et se trouvent au contact des schistes et des calcaires paléozoïques. Le minéral principal est une smaltite ferrifère, compacte accompagnée de nickélite, de chloanthite, et d'après Picot de Lapeyrouse (de Charpentier, *op. cit.*, 368), de bismuth natif, de bismuthinite, etc. L'érythrine et l'annabergite abondent comme produit d'altération.

Ces mines ont été reprises en 1872, puis abandonnées à nouveau. Les principales portent les noms suivants : Baronia, San Pedro, San Benito, Emilia, Providencia, Esperanza, San Barbara, Theresa.

Vosges. — [*Alsace*]. La smaltite a été autrefois exploitée à Sainte-Marie-aux-Mines. Le filon le plus célèbre à ce point de vue est celui de Chrétien, dans le vallon de Phaunoux (Rauenthal). Le minéral s'est rencontré également dans des filons du vallon de Fertru et dans la mine de Gabe-Gottes.

La gangue est de la calcite ; la smaltite est associée à de la chloanthite, de l'argent natif, de la panabase, etc. Les cristaux atteignent parfois un centimètre de diamètre ; ils sont d'un blanc d'argent éclatant. Leur forme dominante est le cubo-octaèdre avec les faces octaédriques plus ou moins développées. Elles sont souvent irrégulières. Ces cristaux sont tellement identiques à ceux des Chalanches qu'il est difficile de distinguer les échantillons sur gangue provenant de ces deux gisements. La smaltite a été trouvée aussi en masses compactes, concrétionnées.

Alpes. — *Isère*. La smaltite est l'un des minéraux trouvés dans les filons calcaires de la montagne des Chalanches ; elle n'y est qu'accessoire, peu abondante et généralement peu argentifère. Le plus souvent, elle s'y est présentée sous forme compacte, mais cependant on a rencontré parfois de très beaux cristaux d'un blanc d'argent engagés dans de la calcite lamellaire un peu jaunâtre et présentant les formes

p, p^1, pa^1 ; ceux que possède la collection du Muséum ont environ 1 cm de plus grande dimension, leurs faces sont ondulées et un peu concaves ; comme il vient d'être dit, ils ressemblent beaucoup à ceux de Sainte-Marie-aux-Mines.

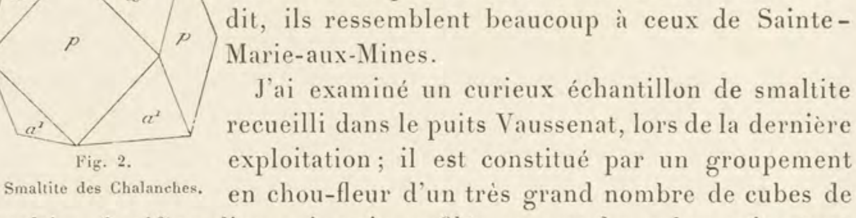


Fig. 2.
Smaltite des Chalanches.

J'ai examiné un curieux échantillon de smaltite recueilli dans le puits Vaussenat, lors de la dernière exploitation ; il est constitué par un groupement en chou-fleur d'un très grand nombre de cubes de smaltite ferrifère d'un gris noir, enfilés en grand nombre suivant un axe ternaire. Ces cristaux ne sont groupés qu'à axes imparfaitement parallèles ; chaque branche de ce groupement est terminée par un pseudorhomboèdre formé d'écailles régulières et tient à sa gangue par un grêle pivot. Ces groupements de cubes déformés rappellent ceux qui seront décrits plus loin dans la fluorine de Romanèche et surtout dans le sel gemme.

CHLOANTHITE

$Ni\ As^2$

Cubique, parahémiédrique.

Macles. Macles a^1 (111) par pénétration.

Formes observées : p (001) ; a^1 (111) ; b^1 (110).

Faciès des cristaux. Les cristaux cubiques de chloanthite se réunissent souvent en grand nombre pour former des groupements en chou-fleur ou des groupements réticulés. Les cristaux sont fréquemment contournés, arrondis.

Dureté. 5,5 à 6.

Densité, 6,4 à 6,6. 6,411 Chalanches (Rammelsberg).

Coloration et éclat. Blanc d'étain, gris d'acier, parfois irisé, se ternit à l'air en devenant grisâtre. Poussière noir grisâtre. Opaque.

Propriétés électriques. Thermoélectrique. On trouve les variétés + et —

Composition chimique. La formule $Ni\ As^2$ correspond à la composi-

tion donnée en *a*. Beaucoup de chloanthites sont cobaltifères et établissent ainsi le passage avec la *smaltite* ; les variétés ferrifères sont désignées sous le nom de *chathamite*.

b) Analyse de la chloanthite de la mine des Chalanches par Rammelsberg (*J. Prakt. Chem.* LV. 486. 1852).

L'analyse *c* a été faite par M. Volkhardt (*Z. K.* XIV. 408. 1888) sur une chloanthite de Sainte-Marie-aux-Mines. Cette analyse conduit à la formule $Ni\ As^3$; ce minéral serait donc une sorte de skutterudite nickelifère.

	a)	*b*)	*c*)
As...........	71,9	71,11	77,94
S............	»	2,29	»
Ni...........	28,1	18,71	12,01
Co...........	»	traces	3,69
Fe...........	»	6,82	5,07
	100,0	98,93	98,71
Densité	»	»	6,32

Essais pyrognostiques. Ils ne diffèrent de ceux de la smaltite que parce que les réactions du nickel sont remplacées (ou accompagnées dans les types de passage) par celles du cobalt.

Altérations. La chloanthite, de même que la nickélite, se recouvre superficiellement par altération d'un enduit vert clair d'annabergite.

Diagnostic. La chloanthite possède une densité plus faible (6,4 à 6,6) que la rammelsbergite qui a la même composition (6,9 à 7,2); en l'absence de formes déterminables, c'est le seul caractère distinctif de ces deux espèces. Les réactions du nickel permettent de différencier la chloanthite de la smaltite et de la cobaltite (voir à *gersdorffite*).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La chloanthite se trouve dans les mêmes gisements que la nickelite qu'elle accompagne fréquemment. Quand ces deux minéraux sont associés, la chloanthite est plus récente que la nickelite.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord*. La chloanthite a dû se rencontrer autrefois à Chatelaudren, ainsi que l'attestent les enduits d'annabergite, associés à ceux d'érythrine qui ont été signalés à la surface de la smaltite de ce gisement (voir à *smaltite*).

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. On a vu page 557 que la chloanthite est intimement associée à la nickelite de Rioumaou près Saint-Sauveur. Les échantillons du calcaire qui leur sert de gangue, traités par les acides, mettent en liberté de petites veines de nickelite grenue, recouvertes par une zone mince et irrégulière de cristaux cubiques ou de grains impurs de chloanthite blanche, généralement associés à des cubes striés de pyrite.

[*Aragon*]. Le gisement cobaltifère de la vallée de Gistain (voir page 631) a fourni de la chloanthite tout à fait identique à celle qui sera décrite plus loin à la mine des Chalanches. Elle entoure des mamelons de nickelite ; sa surface extérieure, engagée dans le calcaire, est souvent hérissée de petits cristaux cubiques. La fig. 1, de la page 557, représente la photographie d'un échantillon poli d'un groupement de ce genre. Ces minéraux sont recouverts d'annabergite.

Plateau Central. — On a vu, page 558, que la nickelite du filon de la Beaume près de Villefranche est toujours entourée d'une zone extérieure de chloanthite blanche, que recouvre de la blende grenue plus récente.

Vosges. — *Vosges*. En étudiant un échantillon de panabase de la Croix-aux-Mines, faisant partie de la collection du Muséum, j'ai observé de petits rhombododécaèdres de chloanthite, à faces courbes qui sont englobés dans le cuivre gris comme ceux de gersdorffite de Mouzaïa. Les deux minéraux sont intimement mélangés et se distinguent à peine de la panabase par leur couleur d'un gris plus clair. La gangue de ces minéraux est du quartz blanc dont les géodes renferment également quelques cristaux de *proustite*.

[*Alsace*]. La chloanthite en cristaux nets p (100), a^1 (111) a été rencontrée avec les minéraux cobaltifères à Sainte-Marie-aux-Mines (mines Saint-Jacques et Gabe-Gottes). M. Volkardt a trouvé parmi eux des cristaux de même forme dont l'analyse donnée plus haut (analyse *c*) conduit à la formule (Ni, Co, Fe) As^3 qui est celle d'une *skutterudite*, avec nickel dominant.

Alpes. — *Isère*. La chloanthite a été rencontrée à la montagne des Chalanches. L'analyse *b*) montre qu'elle est exempte de cobalt et assez ferrifère. Les nombreux échantillons que j'ai examinés se rapportent à deux types.

Le plus fréquent est d'un beau blanc d'argent, les cristaux ont des

faces éclatantes ; ils présentent la forme de cubes ou de cubo-octaèdres. La chloanthite enveloppe des mamelons de nickelite; elle est elle-même recouverte de quelques petits cristaux de quartz et de calcite. Cette calcite englobe des cubes et cubo-octaèdres très nets de chloanthite ; par dissolution postérieure, la calcite a, par places, disparu, laissant libres des géodes tapissées par les cristaux distincts de chloanthite. Ceux-ci sont généralement çà et là recouverts de mamelons vert pomme d'annabergite. Les cristaux de ce type ne dépassent guère 1 mm de plus grande dimension.



Fig. 1.
Photographie d'un échantillon poli de calcite des Chalanches renfermant des groupements réticulés de chloanthite.

J'ai observé le second type de chloanthite dans un des échantillons de la collection du Muséum. Il est formé par un bloc à structure miarolitique, constitué par des rhomboèdres contournés de calcite magnésienne, englobant des groupements réticulés de chloanthite. La fig. 1 représente une surface polie de cet échantillon. Les groupements de chloanthite y sont creux; il est probable que, comme à la Beaume, leur partie centrale a été primordialement remplie par un minéral aujourd'hui disparu (probablement *nickelite*).

Ce type de chloanthite rappelle les groupements réticulés de smaltite de Schneeberg.

COBALTITE

CoS^2, $CoAs^2$

Cubique, parahémiédrique.

Formes observées. p (100), a^1 (111), $1/2\ b^2$ [π (210)].

Faciès des cristaux. Les faces du cube sont striées comme celles de la pyrite. Le minéral se trouve aussi en masses grenues ou compactes.

Clivages. Clivage p (100) parfait. Cassure inégale. Fragile.

Dureté. 5,5.

Densité. 6 à 6,3.

Coloration et éclat. Blanc d'argent, gris d'acier teinté de rose, gris noir dans les variétés très ferrifères. Poussière noir grisâtre.

Propriétés électriques. Thermoélectrique, la variété + et la variété — se rencontrent : leur relation avec les stries sur les faces b^2 est moins nette que pour la pyrite (voir page 374).

Composition chimique. La formule Co S^2, Co As^2 correspond à la composition *a*). Certaines variétés contiennent jusqu'à 28 °/₀ de fer (*ferrocobaltite*).

S..........	19,3
As.........	45,2
Co	35,5
	100,0

Propriétés pyrognostiques. Dans le tube fermé, la cobaltite reste inaltérée ; dans le tube ouvert, elle donne des vapeurs sulfureuses et un sublimé d'acide arsénieux. Sur le charbon, elle dégage des vapeurs sulfureuses et arsenicales et fond en un globule magnétique. Mêmes réactions colorées que la smaltite. Soluble à chaud dans l'acide azotique avec dépôt de soufre.

Altérations. La cobaltite donne, en s'altérant, de l'érythrite rose pulvérulente.

Diagnostic. Voir à *smaltite*. Les réactions du cobalt et l'absence d'altération dans le tube fermé permettent de distinguer la cobaltite de la gersdorffite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. De Dietrich et de Charpentier (*op. cit.*, 280) ont indiqué la cobaltite comme associée à la nickelite de Rioumaou près Saint-Sauveur ; de Dietrich parle d'enduits rosés constatés à la surface du calcaire de ce gisement. Dans tous les échantillons que j'ai examinés, le minéral blanc accompagnant la nickelite est la chloanthite (voir page 634).

Vosges. — [*Alsace*]. La cobaltite a été signalée à Sainte-Marie-

aux-Mines par Voltz (*Aperçu des minér. des deux départements du Rhin*. 9). Daubrée a indiqué le même minéral à Lalaye dans les carrières de Noire-Goutte (*Descr. géol. du Bas-Rhin*. 410).

Alpes. — *Isère*. D'après les anciens auteurs, la cobaltite aurait été le minéral cobaltifère le plus fréquent des filons argentifères de la montagne des Chalanches ; elle s'y serait présentée le plus généralement sous forme compacte, mais on y aurait trouvé aussi quelquefois des cristaux nets. Cette cobaltite, d'un gris noir, est indiquée comme fréquemment associée à la nickelite, quelquefois à l'argent natif. Dans les nombreux échantillons que j'ai examinés, le minéral accompagnant la nickelite est de la chloanthite et non de la cobaltite.

Hautes-Alpes. C'est très probablement la cobaltite qui est l'origine du cobalt signalé par Gueymard dans la galène de Chazelet près la Grave.

Algérie. — *Oran*. La collection du Muséum possède une série de très jolis cristaux éclatants de cobaltite, donnés comme provenant du département d'Oran sans indication plus précise. Ces cristaux sont semblables comme forme et comme aspect à ceux du gisement célèbre de Tunaberg en Suède ; ils présentent les formes p, $1/2\ b^2$, avec ou sans a^1 (fig. 22 à 31 de la pyrite).

D'après une indication que je dois à M. Flamand, la cobaltite (*cobalt gris*) a été signalée (Papier. *Bull. Acad. Hippone*, n° 11. 145. 1873), au Djebel-Touïala, dans la région de Lourmel, associée à de la chalcopyrite et de l'oligiste. Il est possible que ce soit de ce gisement que viennent les cristaux que j'ai étudiés.

GERSDORFFITE

$Ni\,S^2,\ Ni\,As^2$

Cubique, parahémiédrique.

Formes observées. p (100) ; a^1 (111) ; $1/2\ b^2$ [π (210)].

Faciès des cristaux. Les cristaux de gersdorffite ne sont pas souvent distincts ; ils se présentent le plus souvent en masses lamellaires ou compactes.

Clivages. Clivage *p* (100) assez facile. Cassure inégale.

Dureté. 5,5. Fragile.

Densité. 5,6 à 6,2.

Coloration et éclat. Blanc d'argent à gris d'acier. Éclat métallique. Le minéral se ternit à l'air et noircit. Poussière gris noir. Opaque.

Composition chimique. La formule $Ni S^2, Ni As^2$ correspond à la composition suivante :

S............	19,3
As............	45,3
Ni............	35,4
	100,0

Le nickel est souvent remplacé par une quantité équivalente, parfois considérable de fer. Il existe presque toujours un peu de cobalt.

Essais pyrognostiques. La gersdorffite décrépite dans le tube fermé, en donnant un sublimé jaune brun de sulfure d'arsenic. Dans le tube ouvert, elle donne des vapeurs sulfureuses et un sublimé blanc d'acide arsénieux.

Sur le charbon, elle dégage des vapeurs arsénicales et fond en unglobule qui, avec le borax, donne les réactions du fer, puis par addition d'une nouvelle quantité de borax, celles du nickel et du cobalt.

Altérations. La gersdorffite s'oxyde à l'air et se transforme en annabergite, généralement terreuse et d'un beau vert clair.

Diagnostic. Voir à *cobaltite*.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS[1]

Pyrénées. — *Haute-Garonne*. Parmi les échantillons de la mine de Juzet près Montauban-de-Luchon (voir page 630) que possède la

1. M. Bréon a signalé (*B. S. G.* VIII. 291. 1880) l'existence d'un sulfoarséniure de nickel dans le quartz du filon de Chizeuil (*Saône-et-Loire*) : d'après une communication que ce savant a bien voulu me faire, l'échantillon étudié doit être rapporté à la panabase.

collection du Muséum, se trouve un échantillon très compact, à cassure d'un gris noir recouvert d'une efflorescence verte (*morénosite*). Ce minéral possède toutes les propriétés pyrognostiques de la gersdorffite.

Algérie. — *Alger*. Les vieilles collections renferment des échantillons de gersdorffite, provenant des mines de Mouzaïa (voir à *panabase*); on en trouve aussi indiqués comme provenant de Tenès. Le minéral est le plus généralement compact, englobé dans de la barytine ou dans de la panabase, elle-même massive. Parfois il se trouve en cristaux distincts, enchevêtrés, présentant les formes p (100), a^1 (111) avec ou sans $1/2\ b^2$.

Quand l'ordre de succession est visible, on constate que la gersdorffite est postérieure à la panabase et antérieure à la barytine.

Dans les échantillons de la collection du Muséum, la gersdorffite est localement recouverte d'un enduit vert d'annabergite.

ULLMANNITE

$Ni\ S^2,\ Ni\ Sb^2$

Cubique, parahémiédrique (Klein), tétraédrique (Zepharovich).

Formes observées. p (100).

Faciès des cristaux. Les cristaux présentent parfois, sur les faces du cube, des stries semblables à celles de la pyrite. D'après Miers, les cristaux de Sarrabus possèdent une double série de stries montrant la combinaison des deux hémiédries. Le minéral se trouve soit en cristaux distincts, soit en masses grenues ou compactes.

Clivages. p (100) parfait. Cassure inégale. Fragile.

Dureté. 5 à 5,5.

Densité. 6,2 à 6,7.

Coloration et éclat. Gris d'acier, blanc d'argent. Poussière noir grisâtre. Opaque.

Composition chimique. La formule Ni S^2, Ni Sb^2 correspond à la composition *a*). Il existe souvent une petite quantité d'arsenic.

	a)
S	15,2
Sb	57,0
Bi	27,8
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, l'ullmannite donne un sublimé blanc d'acide antimonieux. Dans le tube ouvert, elle dégage de l'acide sulfureux et des vapeurs antimonieuses qui se subliment. Au chalumeau, elle fond, bouillonne en dégageant des vapeurs arsénicales. Le bouton donne les réactions du nickel.

Insoluble dans l'acide chlorhydrique, ce qui permet d'isoler les cristaux engagés dans le calcaire. Décomposée par l'acide azotique avec dépôt d'acide antimonique et de soufre.

Diagnostic. L'ullmannite se distingue facilement de la gersdorffite, de la chloanthite, etc., par ses caractères pyrognostiques et par le résidu d'acide antimonique qu'elle laisse après attaque par l'acide azotique. Les clivages cubiques sont plus faciles dans l'ullmannite que dans la gersdorffite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'ullmannite se rencontre dans des mines d'argent à gangue calcaire et dans quelques gisements plombifères.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* L'ullmannite se trouve à la mine d'Ar près des Eaux-Bonnes où elle accompagne l'arite (voir à *arite*), la dyscrasite, la blende, la pyrrhotite, le quartz, dans des filonnets à gangue calcaire traversant des filons de galène et de blende. Le minéral forme des masses compactes ou clivables, plus rarement des cristaux cubiques nets. L'ullmannite a été rencontrée non loin de là, à la mine d'Anglas ; M. Braly a bien voulu m'en remettre des échantillons renfermant des cubes d'ullmannite qui atteignent 1 cm 5 d'arête ; ils sont difficiles à dégager, se clivent avec la plus grande facilité ; ils sont associés à de la blende. L'attaque par les acides du calcaire, qui leur

sert de gangue, permet de les dégager; ils ont toujours leurs faces creusées de profondes cavités.

Dans l'échantillon de calcaire renfermant les cristaux d'arite décrits plus haut, j'ai trouvé des cristaux cristallitiques d'ullmannite, formés par des empilements de cubes, allongés suivant un axe quaternaire.

Alpes. — *Isère*. Un sulfoantimoniure de nickel en filon dans le gneiss a été signalé par Gueymard (*B. S. G.* XII. 516. 1855) à Péchauden en Valbonnais ; l'analyse paraît avoir été faite sur une matière impure. C'est de ce gisement ou de la mine des Chalanches que provient un échantillon d'ullmannite grenue, renfermant des cristaux à clivages cubiques, qu'a bien voulu me donner mon collègue M. Gaudry ; cet échantillon est indiqué comme provenant des environs de Grenoble.

Gisement incertain.

Plateau Central. — La collection de Strasbourg possède un échantillon d'ullmannite compacte associée à de la galène, de la blende dans de la barytine et indiqué comme provenant de Corbières (*Aude*) (Groth. *Strasb. miner. Samml.* 43). Il est probable qu'il y a erreur de département dans cette indication et que cet échantillon provient de l'une des mines de Corbières situées à la limite de l'*Hérault* et de l'*Aveyron*, mines qui renferment tous les minéraux associés à l'ullmannite dans l'échantillon en question (voir à *bournonite*).

GROUPE DE LA MARCASITE

MARCASITE

$Fe\ S^2$

Orthorhombique $mm = 105°5'$

$b : h = 1000 : 979,690$. $D = 793,789$. $d = 608,199$.

[$a : b : c = 0,7662 : 1 : 1,2342$ (Sadebeck)]

Macles. Les macles de la marcasite sont extrêmement fréquentes et caractéristiques, elles sont au nombre de deux.

1° Macle suivant *m*. Cette macle est la plus commune ; elle présente des types variés suivant la forme élémentaire des cristaux élémentaires qui la constituent.

Macle en *crète de coq*. Dans cette macle les individus constituants possèdent toujours les faces *m* et des clinodômes avec ou sans *p* (001) (type II étudié plus loin). La macle est rarement formée par deux individus seulement ; le plus souvent, il en existe un grand nombre, la macle donne lieu à des groupements polysynthétiques rappelant ceux des feldspaths tricliniques ; quand tous les angles rentrants se trouvent du même côté, on a alors les groupements crêtés que montre bien la fig. 10.

Il arrive, assez rarement du reste, que cette macle se produise par entrecroisement, de telle sorte que l'on observe des angles rentrants aux deux extrémités du groupement et pas d'angles saillants.

Macle de la *sperkise*. Cette macle est surtout fréquente dans la marcasite de la craie et de la houille ; elle est caractérisée par l'absence presque complète d'angles rentrants ; les seules faces normalement développées sont celles de la zone pg^1 ; tantôt les cristaux sont aplatis suivant *p* (001) ou présentent des dômes obtus, tantôt au contraire les faces e^1 étant seules développées, le groupement conduit à des formes pseudo-octaédriques régulières.

Souvent aussi la macle est plusieurs fois répétée, constituée par 4, (fig. 13), 5 (fig. 1), 6 (fig. 2) individus donnant dans ces deux derniers cas un solide fermé en forme de roue. C'est surtout quand la macle

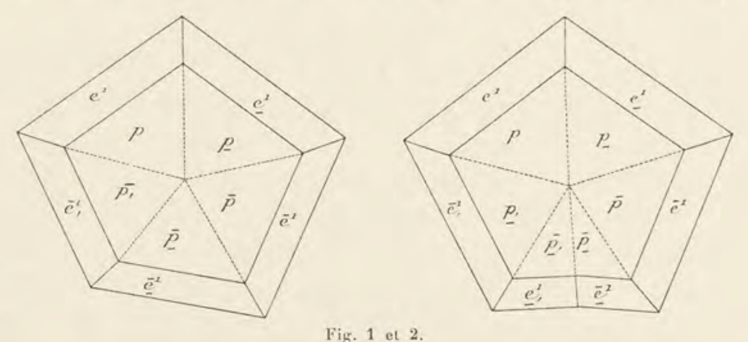


Fig. 1 et 2.

Macle de la sperkise.

est constituée par 4 ou 5 individus, qu'un grand nombre de semblables groupements s'enfilent suivant une arète *pm* et forment ainsi les solides

en pointe de flèche qui ont fait donner le nom de (speerkies) à cette variété de marcasite.

Macle *prismatique*. Les cristaux de Pontpéan décrits plus loin offrent un aspect spécial dans leurs macles. Ce sont de longs prismes hexagonaux dont deux des faces sont remplacées par une gouttière verticale (fig. 7).

2° Macle suivant a^1. Dans cette macle beaucoup plus rare que la précédente, les cristaux se croisent sous un angle voisin de 60°.

Les angles suivants ont été mesurés sur les cristaux de Carmaux, de Pontpéan et du cap Blanc-Nez.

	Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés	Angles mesurés
*$m\ m$	105° 5′	105° 8′	$p\ e^1$	129° 1′	128°54′
$m\ h^1$	142°32′30″		*$e^1\ e^1$ sur p	78° 2′	78° 0′
$m\ g^1$	127°27′30″		$e^4\ e^1$	141°10′	
$p\ a^1$	121°50′		$e^3\ e^1$	151°21′	151°29′
$a^1\ a^1$ sur p	63°40′		$e^{2/5}\ e^1$	155°17′	
pe^4	167°51′		$e^2\ e^1$	160°50′	
e^4e^4 sur p	155°42′	155°30′	$p\ b^{1/2}$	116°14′	116° 0′
pe^3	157°39′		$b^{1/2}\ b^{1/2}$ sur m	127°32′	
$e^3\ e^3$ sur p	135°17′	135°10′	$b^{1/2}\ b^{1/2}$ sur a^1	113°53′	
$pe^{2/5}$	153°44′		$b^{1/2}\ b^{1/2}$ latér.	89°12′	
$e^{2/5}\ e^{2/5}$ sur p	127°28′		$m\ a^1$	132°24′	
$p\ e^2$	148°11′		$a^1\ e^1$	109°24′	
$e^2\ e^2$ sur p	116°21′		$e^1\ m$	118°12′	118° 5′

Faciès des cristaux. Les cristaux de marcasite présentent quatre types principaux :

1° Le premier type est formé par les cristaux peu allongés suivant l'axe vertical, présentant toujours les faces a^1 (101) et e^1 (011) avec très fréquemment p (001), m (110) et $b^{1/2}$ (111) (fig. 3). Ils offrent au premier abord l'apparence de cristaux de pyrite qui seraient formés par les faces de l'octaèdre régulier, du cube et du rhombododécaèdre. Des mesures permettent aisément d'établir la distinction qui n'est cependant pas toujours facile quand ces cristaux, au lieu d'être isolés, sont groupés et ne présentent que quelques facettes distinctes se mesurant mal.

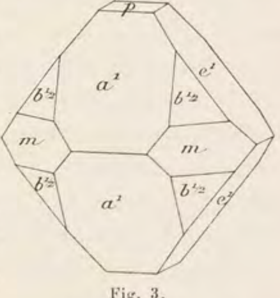


Fig. 3.
Marcasite (type I).

2° Le deuxième type est caractérisé par l'aplatissement, suivant p (001) (fig. 4), de cristaux qui présentent les faces m ; c'est lui qui fournit la macle en crête de coq. Une variété de ce type est constituée par des cristaux pseudo-

hexagonaux dans lesquels les faces m et g^1 sont également développées ; ils sont aplatis suivant la base.

3° Le troisième type (fig. 12) est surtout réalisé dans la macle de la sperkise ; les cristaux qui le présentent sont aplatis suivant p (001) et allongés suivant une arête pg^1 ; le plus souvent ils ne montrent dans leurs groupements que les faces de la zone pg^1 (001) (010) et $b^{1/2}$, avec rarement de petites facettes m, en gouttière.

4° Le quatrième type que j'ai observé pour la première fois dans le gisement de Pontpéan est constitué par des prismes p (001) m (110) (fig. 5 et 6), très allongés suivant l'axe vertical et identiques par suite aux cristaux de mispickel de Munzig en Saxe.

Les faces de la zone pg^1 sont très fortement striées, parallèlement à leurs intersections mutuelles ; ces stries correspondent à des oscillations entre p (001) et des dômes très obtus. Les faces de cette zone sont souvent aussi disposées en escalier.

Les cristaux de marcasite sont fréquemment cristallitiques, creusés de cavités plus ou moins irrégulières, les macles y sont plus abondantes que les cristaux simples ; à Pontpéan les cristaux de marcasite sont très souvent formés par le groupement à axes parallèles d'un grand nombre de petits cristaux conduisant ainsi des sortes de barillets. Les macles prismatiques offrent aussi des décroissements réguliers donnant à l'édifice une section qui rappelle celle des macles du gypse de Paris, dites en fers de lance.

La marcasite a une grande tendance à former des masses fibreuses, des rognons globulaires, fibreux du centre à la périphérie, parfois hérissés à l'extérieur de pointes cristallines rappelant celles du type I ou du type III. Ces rognons sont quelquefois allongés, botroydes, stalactiformes, ils affectent les formes les plus variées et les plus bizarres. On trouve en outre ce minéral en masses grenues ou compactes, en enduits scoriacés, etc.

Enfin une variété bien connue de ce minéral est la *marcasite cloisonnée* représentée par la fig. 11. Elle résulte du développement dans les clivages de galène de petits cristaux de marcasite, orientés d'une façon quelconque ; la galène a postérieurement disparu, laissant une masse caverneuse, cloisonnée d'une façon régulière.

Clivages. Clivages m (110) distincts, traces de clivage suivant e^1 (011).

Dureté. 6 à 6,5. Fragile.

Densité. 4,85 à 4,9

Coloration et éclat. Jaune de bronze, fonçant par exposition à l'air ; les variations arsenicales sont presque blanches, parfois grises ou noir brûnâtre. Éclat métallique très vif dans les cristaux non altérés. Opaque.

Groupements avec d'autres minéraux. La marcasite se groupe parfois d'une façon régulière avec les cristaux de pyrite. Le plus souvent alors, la pyrite a une face *p* (100) parallèle à une face *m* (110) de la marcasite, et une autre face *p* parallèle à *p* (001) de ce dernier minéral. Ce genre de groupement se trouve notamment dans les macles de la sperkise. Plus rarement, la pyrite est disposée de telle sorte qu'une de ses faces b^1 (110) est parallèle à g^1 (010) de la marcasite.

J'ai décrit page 565 les remarquables associations de la marcasite dans des pseudomorphoses de pyrrhotite ; je n'y reviendrai pas, je ferai seulement remarquer que dans le cas où la pyrite ou la galène participent à ces pseudomorphoses, leurs axes quaternaires coïncident avec les axes binaires de la marcasite.

Composition chimique et *essais pyrognostiques*. Comme pyrite.

Altérations. Comme pyrite. Toutefois, la marcasite s'altère beaucoup plus rapidement que ce minéral.

Diagnostic. Voir à pyrite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La marcasite est un minéral abondant se trouvant dans les trois catégories suivantes de gisements.

1° Dans les roches éruptives ;

2° Dans les gisements métallifères ;

3° Dans les formations sédimentaires.

Il est probable que la marcasite est beaucoup plus répandue en France qu'on ne le suppose. Je ne citerai ici que les gisements dans lesquels ont été trouvés des cristaux permettant d'affirmer que le minéral étudié est bien orthorhombique.

1° *Dans les roches éruptives.*

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* La granulite de Barbin près Nantes renferme non seulement de la pyrite cristallisée, mais encore des cris

taux de marcasite se présentant sous forme de petites lamelles hexagonales *p* (001), *m* (110), g^1 (010) à surface généralement terne, d'un noir verdâtre. Elles sont associées à des cristaux de quartz hyalin, d'apatite, de bertrandite, etc.

2° *Dans les filons métallifères.*

L'observation faite pour les gisements suivants de marcasite s'applique à ceux des filons métallifères. Ce minéral y est certainement très abondant ; il est souvent confondu avec la pyrite en l'absence de formes cristallines. J'ai observé des cristaux distincts dans tous les gisements suivants :

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine.* La marcasite est très abondante dans la mine de Pontpéan en Bruz, elle est postérieure à la blende qui elle-même englobe la galène. Elle existe soit pour elle-même en cristaux distincts, en masses réniformes ou concrétionnées à structure fibreuse, soit en pseudomorphoses complexes de pyrrhotite.

Pour ces pseudomorphoses régulières, je renvoie à la page 565, rappelant seulement que les cristaux élémentaires de marcasite qui les constituent appartiennent au type II (fig. 4) ; ils offrent des groupements réguliers avec galène et pyrite qui ont été également décrits plus haut.

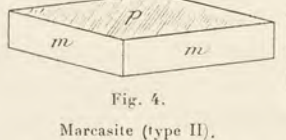


Fig. 4.
Marcasite (type II).

Les cristaux libres offrent généralement un aspect différent (type IV) (fig. 5), bien qu'ils soient constitués par les mêmes formes simples. Ils sont très allongés suivant l'axe vertical ; leur structure est presque toujours polysynthétique ; ils sont constitués par le groupement à axes presque parallèles d'un grand nombre de petits individus de même forme. Assez fréquemment, le cristal résultant, au lieu d'avoir un développement régulier, présente une forme en barillet dont la figure 6 évite une plus longue description ; les cristaux de ce type atteignent plusieurs centimètres.

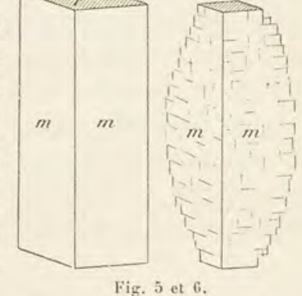


Fig. 5 et 6.
Marcasite de Pontpéan (type IV).

Quand ces cristaux sont maclés suivant *m*, ils offrent la forme d'un prisme hexagonal irrégulier dont deux

faces sont remplacées par une profonde gouttière verticale (fig. 7 et 8). Souvent ces macles offrent des décroissements réguliers donnant à leurs sections la forme en fer de lance représentée par la fig. 9. Les décroissements ne sont pas seulement réguliers dans la direction de la ligne de macle; le cristal devient de plus en plus large dans la direction de l'axe vertical pour se fondre insensiblement dans la marcasite qui supporte les cristaux libres.



Fig. 7.
Marcasite de Pontpéan. Macle suivant m (110).

La marcasite de Pontpéan est blanche et prend une teinte verte livide par altération; les pseudomorphoses ont parfois une couleur superficielle jaune de laiton.

Toutes les variétés de marcasite de ce gisement s'altèrent avec une très grande facilité et il est fort difficile de conserver des échantillons en collection. Cette grande altérabilité est peut-être due en partie à la structure hétérogène du minéral qui, grâce à cette particularité, offre une grande surface à l'oxydation.

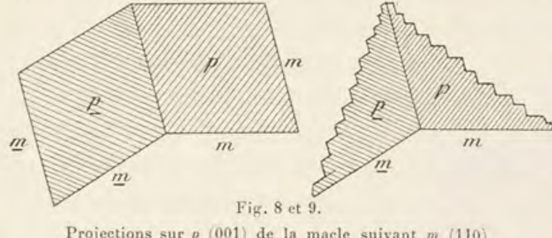


Fig. 8 et 9.
Projections sur p (001) de la macle suivant m (110) de la marcasite de Pontpéan.

Finistère. C'est à la marcasite qu'il y a lieu de rapporter une partie des pyrites des vieilles mines de Huelgoat et de Poullaouen. D'après les descriptions datant de l'exploitation de la mine, il semble que ces pyrites étaient les derniers minéraux sulfurés formés; on les trouvait fréquemment sur les cristaux de quartz des géodes si fréquentes dans ce célèbre gisement. La marcasite de ces mines est extrêmement altérable; elle est fréquemment associée à la pyromorphite, à la plumbgummite et c'est sa décomposition qui produit si fréquemment la destruction de ces échantillons conservés dans les collections.

Cévennes. — *Gard*. La collection de l'École des Mines possède un échantillon de marcasite stalactiforme qui est indiqué comme venant de Tamaris; il provient sans doute de l'une des nombreuses mines des environs d'Alais, dont il a été question page 583. Il est probable qu'une partie du sulfure de fer de ces mines est formée par de la marcasite et il en est peut-être de même pour celles de Soyons (*Ardèche*).

Je n'ai pu malheureusement avoir à ma disposition d'échantillons de ces mines aujourd'hui abandonnées. C'est à la marcasite qu'il y a lieu de rapporter le sulfure de Saint-Jean-de-Valeriscle près la Grand-Combe ; il se trouve dans une gangue quartzo-calcaire en masses concrétionnées, testacées, à structure fibreuse.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. La marcasite, en petits cristaux le plus souvent indistincts, accompagne la galène et la blende dans la mine de la Brousse (Pontgibaud) et parfois la pyromorphite à Pranal.

Loire. La marcasite en rognons de la grosseur du poing a été signalée par Drian (*op. cit.* 166) dans les filons de quartz plombifère de Pont-la-Terrasse. Ce minéral s'altère facilement.

Vosges. [*Alsace*.] J'ai trouvé dans la collection du Muséum quelques jolis échantillons de marcasite provenant des anciennes mines de Sainte-Marie-aux-Mines ; les uns sont en voie de décomposition, les autres sont entièrement transformés en limonite. Les cristaux n'offrent que les faces p (001) et m (110) ; ils présentent la disposition en crête de coq représentée par la fig. 10.

Fig. 10.
Marcasite (macle en *crête de coq*) de Sainte-Marie-aux-Mines.
(*Photographie grandeur naturelle.*)



Fig. 11.
Marcasite cloisonnée (épigénie de galène) de Sainte-Marie-aux-Mines.
(*Photographie grandeur naturelle.*)

D'autres échantillons également très altérables présentent une structure cloisonnée (fig. 11) : ils constituent une épigénie partielle de galène ; les cloisons de marcasite correspondent aux directions de clivage de cette dernière.

La collection du Muséum possède un échantillon de marcasite pro-

venant des filons du Val de Villers d'Urbeis ; des cristaux brillants offrant la macle de la sperkise sont engagés dans du quartz qui ne laisse libre qu'une étroite bordure brillante formée par des faces e^1 (011).

Algérie. — *Constantine*. J'ai indiqué page 569 l'existence, dans les mines de l'Aïn-Barbar, de pseudomorphoses de pyrrhotite en marcasite.

3° *Dans les assises sédimentaires.*

a) *Dans les assises paléozoïques.*

Il est possible qu'une partie des sulfures de fer des schistes et autres assises paléozoïques soient constitués par de la marcasite. Ces roches et surtout les schistes s'altèrent en effet avec une grande facilité à l'air et il est souvent difficile de conserver par exemple les fruits ou autres fossiles pyritisés du permien ou du houiller (Autunois, bassin de Saint-Étienne, etc.), qu'ils contiennent.

Toutefois dans tous les gisements dont j'ai examiné des *cristaux distincts*, le minéral est constitué par de la pyrite cubique ; ceux qui sont étudiés plus loin font seuls exception. Cette facile altération du sulfure de fer quel qu'il soit est liée à l'état de division extrême dans lequel il se trouve au milieu de roches plus ou moins poreuses ayant une grande tendance à absorber l'oxygène de l'air.

Il est fort probable du reste que dans nombre de ces gisements la pyrite et la marcasite sont associées ; ces minéraux ne peuvent être distingués qu'en présence de cristaux distincts ; le gisement de Carmaux est à citer à cet égard.

Flandre et Artois. — *Pas-de-Calais. Nord.* La marcasite en cristaux existe probablement dans les géodes calcaires de quelques fosses houillères du Pas-de-Calais et du Nord ; les échantillons que j'ai eus en mains sont insuffisants pour que je puisse l'affirmer.

Ardennes. — La collection de l'École des Mines renferme un échantillon de marcasite en cristaux crêtés (*pm*) (du type I) provenant du calcaire carbonifère de Givet. Ils sont associés à de la barytine et à de la calcite.

Plateau Central. — *Tarn*. On a vu, page 599, que la houille de Carmaux renferme de la pyrite en cristaux cubiques. Dans les

échantillons qu'a bien voulu me communiquer M. Ch. Perès, se trouvent de très intéressants cristaux de marcasite ayant extérieurement la même couleur jaune que la pyrite, mais possédant une couleur blanche dans la cassure fraîche. Les cristaux non maclés de marcasite sont rares et de très petite dimension ; ils appartiennent au type II et sont aplatis suivant p (001) ; les faces p sont striées parallèlement à l'arête $p\ e^1$; on observe en outre les formes e^1 (011), a^1 (101), m (110) (fig. 12) et parfois $b^{1/2}$ (111).

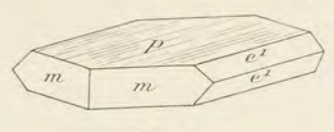


Fig. 12.
Marcasite de Carmaux.

Le plus souvent ces cristaux offrent la macle de la sperkise ; les pointements sont d'une netteté parfaite, montrant quelquefois de petites gouttières terminales m avec ou sans $b^{1/2}$. On retrouve la plupart des types qui seront étudiés plus en détail dans les gisements crétacés — macle de deux, quatre (fig. 13) ou cinq individus fig. 1). Il est assez fréquent de trouver des macles de deux individus allongées suivant une arête pm et limitées latéralement par les faces m, a^1, et $b^{1/2}$. Ces macles ont l'aspect des cristaux représentés par la fig. 21, avec cette différence, toutefois, que les faces e^1 (011) sont planes, brillantes, que p manque souvent et que $b^{1/2}$ est très développée. Quelquefois les macles de marcasite sont saupoudrées de petits cristaux ($p\ a^1$) de pyrite distribués sans ordre et ne laissant libre que la bordure des arêtes extérieures de la marcasite.

Fig. 13.
Macle de la sperkise formée par 4 individus.

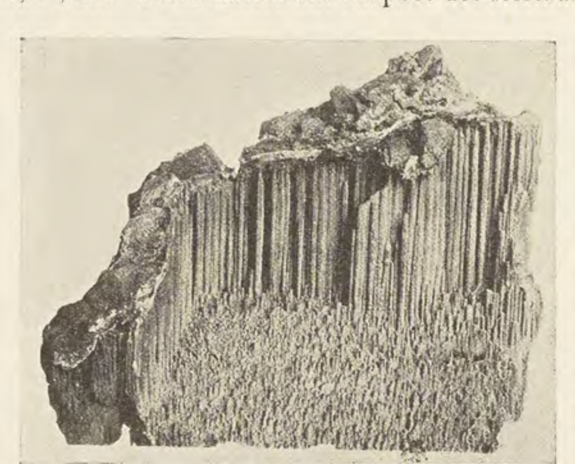


Fig. 14.
Marcasite concrétionnée des environs d'Autun.
(*Photographie réduite au tiers environ.*)

Saône-et-Loire. La fig. 14 représente un curieux échantillon de

marcasite stalactiforme trouvé récemment dans les mines de boghead des Thélots-lès-Autun ; il m'a été communiqué par MM. Berthier et Bayle. Sa couleur est le blanc jaune verdâtre ; les baguettes qui le constituent sont hérissées de pointements cristallins non déterminables. Cet échantillon s'est formé par concrétion dans une cavité de la roche dont il englobe des fragments. Je dois à l'obligeance de M. de Limur un bel échantillon de marcasite du même gisement, formé dans les mêmes conditions : il est constitué par des cristaux groupés en crête de coq tout à fait analogues à ceux que représentent la figure 10, mais ils sont peu épais, fragiles et d'une grande délicatesse.

J'ai rencontré un échantillon de marcasite parmi la série des cristaux de pyrite des mines de Montceau dont il a été question page 603. Ils mesurent seulement un à deux millimètres de plus grande dimension et ont les mêmes formes que ceux de Carmaux.

b) *Dans les assises secondaires.*

J'ai énuméré page 607 les divers niveaux de fossiles pyriteux, ne pouvant, en l'absence de cristaux nets, établir dans ces épigénies organiques de distinction certaine entre la pyrite et la marcasite. Je n'ai eu du reste entre les mains qu'un petit nombre d'échantillons provenant de quelques-uns seulement de ces gisements. Dans la plupart de ceux-ci, ces pseudomorphoses sont accompagnées de cristaux de pyrite cubique ; il est néanmoins fort probable qu'un certain nombre de ces épigénies organiques, et notamment les types facilement altérables du crétacé, sont en réalité constituées par de la marcasite.

Je ne m'occuperai donc ici que des gisements fournissant de la marcasite nettement caractérisée.

α Dans le jurassique.

Plateau Central.— *Ardèche*. Je dois à l'obligeance de M. Hoh d'intéressants échantillons de marcasite provenant de Crussol, vis-à-vis Valence ; ils forment des nids dans une marne calcaire du séquanien. Il est facile de les isoler par un lavage à l'acide chlorhydrique étendu. Les cristaux sont très aplatis (type I), présentant les faces *m* (110), *e* (011), e^2 (012) et surtout e^3 (013) ; ils sont un peu allongés suivant

une arête $e^3 e^3$, parallèlement à laquelle ils sont fortement striés.

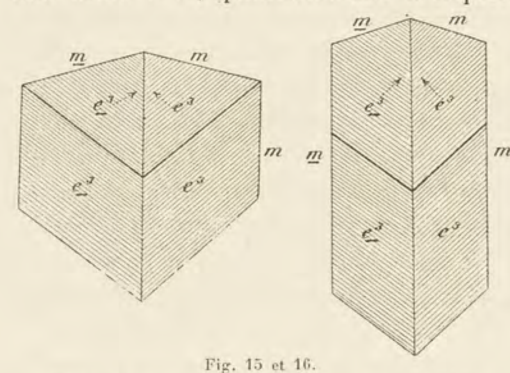


Fig. 15 et 16.
Projections sur p (001) de la macle suivant m (110) de la marcasite de Crussol.

Les macles de deux ou plusieurs individus sont fréquentes, se produisant soit par accollement, soit par pénétration, comme dans la fig. 5 de la page 668 (*mispikel*). Il n'est pas rare de trouver des cristaux dépourvus d'angles rentrants et offrant les divers aspects présentés par les figures 15 et 16.

Aveyron. La collection du Muséum possède deux cristaux isolés de marcasite indiqués comme provenant de Millau (dans le lias).

Saône-et-Loire. Le minerai de fer oolithique qui forme des lentilles dans les calcaires hettangiens à Mazenay renferme des nodules de marcasite : les échantillons que je dois à l'obligeance de M. Schneider atteignent la grosseur du poing. Ils sont finement fibreux, leur surface est lisse et brillante, parfois terminée par des pointements cristallins. Ces nodules, englobés par une calcite lamellaire, ressemblent plus à ceux de l'argile plastique d'Ivry, qu'à ceux de la craie; ils sont très facilement altérables.

β Dans les assises crétacées.

On a vu plus haut que les ammonites pyriteuses du *crétacé* sont probablement en partie épigénisées par de la marcasite, mais le véritable gisement de ce minéral est le *supracrétacé* où on le trouve, avec une abondance inégale suivant les gisements, dans le *cénomanien*, dans le *turonien* et dans le *sénonien*. La marcasite s'y présente rarement en cristaux isolés ; elle forme le plus généralement des boules de grosseur très variable, mais pouvant arriver à peser plusieurs kilogrammes, leur structure est fibreuse ; ce sont de vrais sphérolites souvent hérissés de pointements cristallins (fig. 17 et 18). Plus rarement ces boules sont constituées par des cristaux agglomérés sans ordre (fig. 20 et 23).

Ces nodules de marcasite, désignés en général par les paysans sous le nom de *pierres de foudre*, subissent dans leur gisement originel l'al-

tération hépatique, mais ils se transforment très rapidement en mélantérite (altération saline) dès qu'ils sont exposés à l'air libre. Ils sont



Fig. 17 et 18.
Nodules de marcasite de la craie : l'un est entier, l'autre a été brisé pour montrer sa structure.

souvent imprégnés de gypse lamellaire qui se développe entre leurs fibres. Leur association avec les silex, les fossiles, n'est pas rare ; ils les englobent ou sont implantés sur eux.

La marcasite se rencontre dans toutes les régions françaises constituées par le supracrétacé. Comme elle se présente avec les mêmes formes dans les divers niveaux, je ne considérerai pas ceux-ci dans des paragraphes distincts. Les gisements suivants se recommandent par l'abondance ou la beauté des échantillons qu'ils fournissent.

Artois. — *Pas-de-Calais*. La région qui fournit en France les plus remarquables échantillons de marcasite est le bas Boulonnais. Ce minéral abonde dans toute la ceinture de craie cénomanienne qui lui sert de limite.

Le gisement le plus intéressant au point de vue de l'abondance et de la beauté des cristaux est le cap Blanc-Nez. La marcasite s'y trouve particulièrement dans la zone à *Ammonites cenomaniensis* ; elle offre divers aspects : dans les niveaux les plus bas, elle forme des rognons irréguliers et volumineux, parfois mamelonnés et hérissés de cristaux mal formés, enchevêtrés (fig. 17 et 18).

Plus rarement, on rencontre, non plus ces boules à structure fibreuse, mais des agrégats de cristaux enchevêtrés, laissant entre eux des vides qui permettent de distinguer nettement leurs formes qui vont être étudiées plus loin (fig. 20 et 23).

Le second aspect de la marcasite est fourni par des rognons de toute grosseur, arrondis ou cylindriques, de couleur foncée, sans trace de cristaux ; leur structure est rayonnée dans la cassure. Ces rognons s'altèrent avec la plus grande facilité, donnant des pseudomorphoses en limonite désignées par les paysans sous le nom de *fer bouilli*.



Fig. 19.
Macle de la sperkise. (*Photographie grossie trois fois environ.*)

Les échantillons bien cristallisés que j'ai étudiés, proviennent de la collection du Muséum, ou m'ont été obligeamment communiqués par M. Sauvage. Ils appartiennent aux trois types suivants :

1° Macles de la sperkise constituées par quatre individus e^1 (011), p (001), souvent enfilés en plus ou moins grand nombre suivant l'axe de macle (fig. 13) ;

2° Macles de la sperkise avec groupements réguliers en roue de 5 (fig. 1), plus rarement de 6 (fig. 2) individus. Elles se réunissent en grand nombre pour former, par leur enchevêtrement, des boules dépassant la grosseur du poing. Il est possible de les dégager par lavage de la craie marneuse qui les englobe. La fig. 20 représente un bel échantillon de ce genre. Fréquemment les macles de la sperkise sont individuellement constituées par l'empilement parallèlement à p (001) de plusieurs individus semblables ; quand ces empilements se font à axes imparfaitement parallèles, il se produit des groupements en gerbes,



Fig. 20.
Nodule de marcasite du cap Blanc-Nez formé par l'enchevêtrement de macles de la sperkise à 5 individus.
(*Photographie réduite de moitié environ.*)

3° Macles de la sperkise constituées par deux individus seulement, allongés suivant une arête $p\ m$. Ces macles sont généralement squelettiformes. Elles sont formées par le croisement de deux lames aplaties, l'une suivant p et portant latéralement deux faces m, l'autre suivant m et limitée en outre par deux faces p. L'extrémité libre du groupement est constituée par quatre faces e^1 irrégulières et souvent une gouttière $m\bar{m}$, avec ou sans $b^{1/2}\ \bar{b}^{1/2}$. Les fig. 21 et 22 montrent cette macle vue parallèlement à p ainsi qu'une section perpendiculaire à l'arête $p\ m$. La fig. 23 est la reproduction d'une photographie d'une boule formée par la réunion d'un grand nombre de macles de ce type.

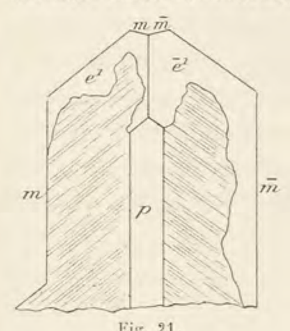


Fig. 21.

Projection sur p d'une macle de la sperkise à deux individus.

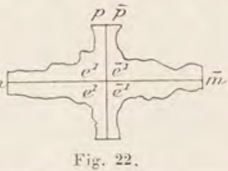


Fig. 22.

Projection sur un plan perpendiculaire à l'allongement de la macle représentée par la fig. 21.

Tous ces échantillons, par la netteté de leurs formes, peuvent être comparés à ceux qui se trouvent de l'autre côté du détroit du Pas-de-Calais, à Folkestone ; ils s'en distinguent par leur altération plus grande; tous les échantillons que j'ai examinés sont en effet au moins recouverts d'une mince couche rouge d'oxyde et parfois entièrement transformés en hématite.

C'est également dans le cénomanien que se trouvent les amas de sulfure de fer qui ont été exploités autrefois sous le nom de mine de Saint-Pol près Wissant. On y a trouvé des masses inégales, hérissées de pointes cristallines et des globules de la grosseur du poing, cloisonnés à l'intérieur et associés à de la phosphorite. La marcasite abonde aussi dans les nodules phosphatés du Boulonnais.



Fig. 23.

Nodule de marcasite du Cap Blanc-Nez formé par l'enchevêtrement de macles de la sperkise à 2 individus. (*Photographie grandeur naturelle.*)

On peut citer encore les localités suivantes où la marcasite se ren-

contre en abondance : Tingry, les environs de Montreuil-sur-Mer. Je dois à l'obligeance de M. Collache des nodules de marcasite trouvés dans le poudingue cénomanien (*tourtia*) coupé à 125 m. de profondeur pour le puits de la mine de Fléchinelle, à Ligny-les-Aire. M. Doméziou m'en a remis de semblables provenant des mines de Courrières.

Flandre. — *Nord*. Les argiles turoniennes, désignées par les mineurs du Nord sous le nom de *dièves*, renferment de la marcasite en nodules aplatis ou stalactiformes qui sont parfois hérissés de pointements distincts (Guesnain, Dorignies près Douai). Le même minéral se trouve en beaux échantillons dans le sénonien de Lezennes.

Picardie. — *Somme*. La marcasite, en fort beaux rognons souvent hépatiques, se trouve à Cartigny.

Normandie. — *Seine-Inférieure*. De très beaux échantillons de marcasite globulaire se rencontrent dans le turonien et le sénonien de Rouen, et de nombreuses localités sur la côte de la Manche (Dieppe, Étretat, Fécamp, etc.). Les échantillons, avec pointements cristallins déterminables, sont peu communs.

Eure. Le même minéral se rencontre dans la craie sénonienne de Tourneville près Évreux, de la Villette près Louviers, etc.

Calvados. C'est dans le cénomanien que la marcasite se trouve en nodules aux environs de Trouville ; il n'est pas rare de voir de larges lames de gypse dans les fissures de ce minéral qui existe aussi dans le gault du Calvados.

Bassin de Paris. — *Oise*. La craie turonienne et sénonienne des environs de Beauvais (le Becquet et Goincourt, Hardivilliers, Margny-lès-Compiègne), est riche en nodules de marcasite. M. Janet a bien voulu me communiquer l'échantillon représenté par la fig. 24. C'est un silex englobé par un rognon de marcasite ; il a été recueilli dans la craie à *Marsupites* de Goincourt près Beauvais. On trouve aussi des oursins dans ces mêmes conditions.

Fig. 24.

Nodule de marcasite de la craie de Goincourt transformé en limonite et enveloppant un silex. (*Photographie grandeur naturelle.*)

Seine-et-Oise. Dans ce département, la marcasite n'est pas rare dans la craie sénonienne, notamment aux environs de Mantes, à la Roche-Guyon, Dennemont, etc.

Seine. Les rognons de marcasite sont rares et de petite taille dans la craie de Meudon ; ils sont souvent recouverts de cristaux de gypse, formés par leur décomposition.

Aisne. Les grès verts du gault sont riches en marcasite, notamment à Beaumé, Leuze, la Folie-Hot, Aubenton. Il en est de même de la craie à *belemnites plenus* (Autreppes) et de la craie sénonienne de Belenglise près le Catelet. Les échantillons que j'ai examinés m'ont été communiqués par MM. Barrois et Gosselet.

Champagne. — *Marne*. Des boules de marcasite de très grande taille se trouvent dans la craie de Champagne et notamment à Épernay, aux environs de Châlons-sur-Marne (Camp de Châlons), à Chepy, à Reims (zône inférieure de la craie à *Belemnitella quadrata*).

Aube. Les carrières de craie des environs de Troyes fournissent de très beaux échantillons de marcasite en boules et parfois des cristaux distincts (Creney, Montgeux, Saint-Parres-aux-Tertres), souvent associés à des octaèdres de pyrite également limonitisés. Je dois à l'obligeance de



Fig. 25 et 26.

Marcasite implantée sur une térébratule de la craie de Saint-Parres-aux-Tertres (*Photographie un peu réduite.*)

M. de Mauroi les échantillons que j'ai étudiés. C'est dans le premier de ces gisements qu'on a trouvé du soufre natif au milieu de boules de marcasite évidées et transformées en limonite. Les fig. 25 et 26 représentent un curieux échantillon provenant de Saint-Parres-aux-Tertres ; il m'a été communiqué par M. Stan. Meunier; on y voit des cristaux de marcasite limonitisée, groupés sur une térébratule.

Ardennes. — La marcasite imprègne les grès verts du gault de l'Ardenne (Aubigny, Lognybogny, Marlemont, Vaux-Vilaine, Faleul,

Tarzy, etc.) : des nodules, ayant parfois une grande taille, se trouvent dans la craie blanche de l'arrondissement de Vouziers.

Bourgogne. — *Yonne*. Les boules de marcasite sont plus abondantes dans le cénomanien (Aillant) et le turonien (Turny, (Dracy), Chailley) que dans le sénonien (Brion).

Jura. — Ogérien signale des nodules de marcasite dans la craie, de Lains et de Saint-Julien.

Anjou. — *Maine-et-Loire*. Des nodules de marcasite ont été signalés dans le tuffeau turonien de Baugé, de Charcé, etc.

Morvan et Berri. — *Nièvre* et *Cher*. La craie marneuse cénomanienne des environs de Vailly et la craie glauconiuse de Vierzon, le gault de la Nièvre et du Cher renferment des nodules de marcasite que m'a indiqués M. de Grossouvre.

Charentes. — *Charente* et *Charente-Inférieure*. Grâce à l'obligeance de M. Arnaud, j'ai pu examiner des échantillons de marcasite provenant des divers niveaux crétacés, si bien étudiés par ce géologue. La marcasite en rognons fibreux, très altérable et souvent accompagnée de gypse, de résine fossile, abonde dans les argiles ligniteuses de la base du cénomanien (gardonien), [île d'Aix, Fouras, Piédemont, Rochefort, etc] : elle se présente parfois sur les canaux de teredos et les fragments de bois silicifié qu'ils accompagnent. Au pont des Barques, on constate au milieu des calcaires à *Anorthopygus orbicularis* l'existence d'une traînée de petits nodules de marcasite altérée.

Dans le sénonien (santonien) de Cognac, il existe de beaux groupements de marcasite (macle de la sperkise à faciès octaédrique) : les échantillons étudiés sont accompagnés de pyrite (p, a^1) altérée ; ils proviennent de carrières détruites pour la construction du chemin de fer.

La marcasite se rencontre encore dans le campanien d'Angoulème; enfin dans le maestrichtien (dordonien), elle existe dans la partie moyenne des marnes à *Clypeolampas Lukei*.

Algérie. — *Constantine*. D'après les renseignements que je dois à M. Blayac, la marcasite en nodules fibreux est assez abondante dans quelques gisements crétacés de Constantine.

Dans les assises tertiaires.

Bassin de Paris. — *Seine*. La marcasite abonde dans l'argile plastique (notamment dans les sables constituant le niveau moyen de la formation et dans les fausses glaises qui les surmontent) de la base de l'éocène des environs de Paris. Elle y forme des rognons, des masses irrégulières à aspect bizarre, parfois tuberculeuses. Leur structure est finement grenue ; elles sont parfois riches en moules de mollusques et en empreintes végétales (Issy, à la porte de Versailles). On voit aussi des rognons à structure fibreuse se distinguant de ceux de la craie par leur surface polie et par la finesse de leurs fibres ; le plus souvent ces nodules sont irréguliers (Ivry, Arcueil). Cette marcasite est très altérable. Dans les carrières d'Issy, le sol des parties, où abonde le minéral, est couvert d'efflorescences blanches de mélantérite s'altérant en copiapite, etc. ; des réactions secondaires sur l'argile donnent naissance à des cristaux de gypse, à de la webstérite, à de l'apatélite, etc. (voir à ces minéraux).

Marne, *Oise*, *Seine-et-Oise*, *Aisne*. Les lignites (*cendres noires*) du Laonnais et du Soissonnais (sparnacien) qui sont les équivalents de l'argile plastique des environs de Paris, sont parfois imprégnés de marcasite qui s'effleurissent avec la plus grande facilité. Aussi ces lignites sont-ils utilisés soit comme amendement agricole, soit comme minerai d'alun et de sulfate de fer. On les exploite particulièrement dans les cendrières de l'*Aisne* (Chaillevet, Mailly, Urcel, Festieux, Montaigu, Suzy, Soissons, Saint-Quentin, Laon, Château-Thierry), dans l'*Oise* (Arcy, Beaurains), et en *Seine-et-Oise*, à Bonafle etc. ; dans la *Marne* (Berru, Trépail, forêt de Verzy, etc.). Dans ces lignites, la pyrite est extrêmement divisée ; elle donne par décomposition de la mélantérite, parfois du soufre et fréquemment du gypse.

Sologne. — *Loir-et-Cher et Loiret*. Les argiles de Sologne renferment des nodules de marcasite que m'a signalés M. de Grossouvre.

Charentes. — *Charente*. Les argiles noires tertiaires de Lafaye en Honac sont riches en nodules ovoïdes de marcasite à structure fibreuse.

Plateau Central. — *Cantal*. Les assises (tertiaires ou quaternaires ?) de *randanite* (voir tome III) exploitées à Auxillac en Virargues

renferment de petits nodules aplatis de marcasite compacte. Je n'ai pas observé de cristaux nets dans les échantillons que je dois à l'obligeance de M. Bouhard.

Puy-de-Dôme. Les marnes ligniteuses aquitaniennes de Menat (voir à *tripoli*) renferment en grande abondance des nodules un peu aplatis de marcasite : leur structure est fibreuse. J'ai étudié une nombreuse série de ces échantillons qui m'a été communiquée par M. Gontrolet.

Jura. — *Ain.* M. Deperet m'a signalé l'existence de gros nodules de marcasite très altérable dans les mines aquitaniennes de Pyrimont.

Dans les assises thermales.

On a vu page 628 que du sulfure de fer se produit dans un certain nombre de sources thermales françaises où il provient de la réduction des sulfates. Il est possible que dans quelques-uns de ces gisements ce minéral soit constitué par de la marcasite. La démonstration de cette hypothèse n'est pas possible, la substance en question ne formant que des enduits très minces, dépourvus de cristaux déterminables.

LÖLLINGITE ET LEUCOPYRITE

$Fe\,As_2$ **$Fe^3\,S^4$**

Orthorhombique : $mm = 112°27'$

$b : h = 1000 : 1024{,}95.\ D = 831{,}200.\ d = 555{,}973.$

$[a : b : c = 0{,}6689 : 1 : 1{,}2331$ (Brögger)$]$

Macles. Macles suivant a^1 (101) de deux ou trois individus.

Formes observées. p (001), m (110), e^3 (013).

Les angles suivants ont été mesurés par M. Schrauf sur des cristaux de löllingite des Chalanches.

	Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés	Angles mesurés
mm	112°27′	113°40′	e^4e^4	154°44′	
me^3	102°12′	102°35′	e^3e^3 sur p	135°19′	133°50′

Clivage. Clivage p (001) parfois net. Cassure inégale.

Dureté. 5 à 5,5. Fragile.

Densité. 7 à 7,4.

Coloration et éclat. Blanc d'argent à gris d'acier. Poussière noire grisâtre. Opaque.

Composition chimique. La formule Fe As^2 (*löllingite*) correspond à la composition *a*, la formule Fe^3 As^4 (*leucopyrite*) à la composition *b*.

Quelques variétés renferment une quantité notable de cobalt (*glaucopyrite*) et établissent le passage à la *safflorite*; c'est le cas du minéral de la mine des Chalanches dont l'analyse est donnée en *c* d'après Frenzel (*N. J.* 677. 1875). Ce minéral renferme aussi une quantité notable d'antimoine. Certaines variétés (*geyerite*) sont sulfureuses et passent au mispickel; leur densité est plus faible, 6.2 à 6.8.

	a)	*b*)	*c*)	*d*)
As	72,8	64,1	63,66	64,1
Sb	»	»	5,61	
S	»	»	3,66	
Fe	27,2	35,9	21,22	35,9
Co	»	»	6,44	»
	100,0	100,0	100,59	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, donnent un sublimé d'arsenic métallique, dans le tube ouvert un sublimé blanc d'acide arsénieux; les variétés antimonifères donnent en outre un sublimé d'acide antimonieux avec, dans la geyerite, des vapeurs sulfureuses. Sur le charbon, donnent les vapeurs de l'arsenic (et parfois les réactions de l'antimoine), et un enduit blanc, au feu oxydant; au feu réducteur, un globule magnétique qui, dans les variétés cobaltifères, fournit les réactions du cobalt en plus de celles du fer.

Altérations. Comme le mispickel.

Diagnostic. La löllingite et la leucopyrite se distinguent du mispickel dans le tube fermé; elles donnent immédiatement un anneau noir d'arsenic métallique et pas de sulfure d'arsenic comme ce dernier minéral.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La löllingite se rencontre en France dans des pegmatites et dans des filons métallifères.

1° *Dans les pegmatites et les schistes cristallins.*

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* La löllingite se présente en masses blanches compactes dans les pegmatites de Miseri près Nantes et en

petits cristaux dans celles d'Orvault. Dans un échantillon de la collection du Muséum, j'ai observé de petits cristaux (me^1) de löllingite ; ils ont environ 1 millim. et sont engagés en grand nombre dans un micaschiste tourmalinifère des Douves Saint-Nicolas à Nantes.

Plateau central. — *Haute-Vienne*. La löllingite se trouve en masses compactes d'un blanc grisâtre dans la pegmatite de la Vilate près Chanteloube, elle acompagne la niobite, la spessartine, le wolfram et les autres minéraux dont il a été question page 81.

2° *Dans des gisements métallifères.*

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. De la löllingite en fines aiguilles que je n'ai pu dégager de leur gangue de quartz compact, a été trouvée avec chalcopyrite par M. de Limur dans des filonnets traversant le granite du pic d'Arbizon.

Plateau Central. — *Haute-Vienne*. J'ai observé de la löllingite lamellaire dans une masse jaune de la mine d'étain de Vaulry ; elle accompagne la molybdénite et la cassitérite ainsi que la muscovite.

Alpes. — *Isère*. L'analyse *b* est celle d'une löllingite trouvée par Frenzel dans la mine des Chalanches ; elle établit le passage de la löllingite à la danaïte ; elle est remarquable en outre par sa forte teneur en antimoine. M. Groth en donnant l'analyse du mispickel de ce gisement a fait remarquer (*Ber. Akad. München*. 384. 1885) que les cristaux m (110) e^3 (011) mesurés par M. Schrauf (*N. J.* 677. 1075) et indiqués par lui comme löllingite appartiennent sans doute, eux aussi, au mispickel. La collection du Muséum renferme plusieurs échantillons de löllingite, en cristaux malheureusement indistincts ; dans l'un d'eux, la löllingite se trouve sur de l'allemontite ; dans un autre, les cristaux sont engagés dans de la smaltite. Chauffés dans le tube fermé, ils donnent immédiatement une auréole d'arsenic métallique sans trace de sulfure d'arsenic.

Algérie. — *Constantine*. De petits cristaux de löllingite se rencontrent dans le gisement plombifère de Kef-Oum-Theboul ; les géodes qu'ils tapissent renferment parfois de l'argent natif filiforme.

MISPICKEL

$FeS^2, FeAs^2$

Orthorhombique : $mm = 111°45'$ (Dx).
$b : h = 1000 : 991,529$. $D = 827,815$. $d = 561,0$.
$[a : b : c = 0,67750 : 1 : 1,19804.]$

Macles. Les macles les plus fréquentes sont les mêmes que dans la marcasite.

1° Macles suivant m (110) simples ou polysynthétiques donnant des groupements formés de cinq individus semblables à ceux de la sperkise.

2° Macles cruciformes suivant a^1 (101) de deux ou trois individus se coupant sous des angles voisins de 60°.

Formes observées. p (001) ; m (110) ; a^1 (101) ; e^3 (013) ; e^2 (012) ; e^1 (011).

Dans le tableau d'incidence qui suit, les abréviations Dx et Lx sont mises en regard des mesures prises par M. Des Cloizeaux sur des cristaux de la mine d'Ar, et de moi-même sur les cristaux de Saint-Prix.

	Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés	Angles mesurés
*mm	111°45'	111°40'(Dx)	*$e^2 e^2$ sur p	118°10'		me^3 adj	102° 0'	
			pe^1	129°51'30"				
pa^1	119°30'		$e^1 e^1$ sur p	79°43'	79°50'(Dx)	me^2 adj	106°45'	
$a^1 a^1$ sur p	59° 0'	58°65' (Dx)	$e^3 e^1$	151°47'		$a^1 e^2$	114°59'	
$a^1 a^1$ sur h^1	121° 0'	121°15'(Lx)	$e^2 e^1$	160°46'30"				
pe^3	158°14'		ma^1 adj	136° 6'		$a^1 e^3$	117°23'	
$e^3 e^3$ sur p	136°28'		$a^1 e^1$	108°23'30"				
pe^2	149° 5'		me^1 adj	115°30'30"	114°50'(Dx)			

Faciès des cristaux. Les cristaux de mispickel se présentent avec des faciès variés, suivant qu'ils ont ou non les faces m (110) et, dans le premier cas, qu'ils sont allongés suivant l'axe vertical (fig. 8) ou suivant l'axe a (fig. 5). Quand il n'existe pas de faces m (110), les cristaux sont allongés suivant l'axe b (fig. 7). Les faces de la zone pg^1 sont striées parallèlement à l'axe de celle-ci.

Le mispickel se trouve aussi en masses lamellaires, grenues ou compactes.

Clivages. Clivages *m* (110) assez nets, traces suivant *p* (001). Cassure inégale.

Dureté. 5,5 à 6. Fragile.

Densité. 5,9 à 6,2.

Coloration et éclat. Blanc d'argent à gris d'acier. Le minéral se ternit à l'air, les variétés cobaltifères deviennent alors rosées. Éclat métallique. Poussière noire grisâtre. Opaque.

Propriétés électriques. Thermoélectrique. Les variétés + et — se rencontrent.

Composition chimique. La formule Fe S^2, Fe As^2 correspond à la composition *a*; une partie de l'arsenic peut être remplacée par de l'antimoine, du bismuth. Dans quelques variétés désignées sous le nom de *danaïte* une partie du fer est remplacée par du cobalt (4 à 10 0/0). Quand la proportion de cobalt est plus élevée, le minéral passe au *glaucodot*. Dans d'autres cas, une partie de l'arsenic est remplacée par de l'antimoine et du bismuth. Enfin beaucoup de mispickels sont aurifères et argentifères; celui de la Miouse (*P. de D.*) renferme de 40 à 100 gr. d'or à la tonne (*B. S. M.* IX. 241. 1886).

b) Analyse du mispickel de la mine des Chalanches par Zimmermann (in Groth. *Ber. Akad. München*). 385. 1885); *c*) *d*) *e*)[1] de Meymac par M. Carnot (*C. R.* LXXIX. 479. 1874). Ce mispickel renferme environ 8 gr. d'argent par 100 kil. et des traces d'or non dosable.

	a)	*b*)	*c*)	*d*)	*e*)
As	46,0	45,78	40,15	39,96	39,30
Sb	»	»	1,70	1,90	1,00
Bi	»	»	1,62	4,13	6,58
S	19,7	19,56	16,34	15,92	14,60
Fe	34,3	34,64	31,90	30,21	28,71
Co	»	»	0,16	0,76	1,07
Pb	»	»	0,10	traces	0,10
Gangue	»	»	6,10	4,90	5,70
Eau et perte	»	»	1,93	2,22	2,44
	100,0	99,98	100,00	100,00	100,00

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, le mispickel donne un sublimé rouge de réalgar, puis un anneau noir d'arsenic. Dans le tube

1. Ces mispickels bismuthifères sont à comparer à l'*alloclasite* d'Orawitza (Co, Fe) (As, Bi) S.

ouvert, il dégage des vapeurs d'acide sulfureux et laisse un sublimé blanc d'acide antimonieux. Sur le charbon, il se comporte comme la löllingite ; les variétés contenant de l'antimoine, du bismuth ou du cobalt donnent en outre les réactions de ces corps. Fait feu sous le briquet comme la pyrite en dégageant une odeur aillacée. Décomposé par l'acide azotique avec dépôt de soufre.

Altérations. Le mispickel s'altère facilement à l'air, il se ternit d'abord, puis donne naissance à de la scorodite et à de la pharmacosidérite, plus rarement à de la symplésite qui cristallisent souvent à la place même du minéral aux dépens duquel ils se sont produits.

Diagnostic. Voir à *löllingite.* La couleur et les réactions de l'arsenic permettent aisément la distinction du mispickel et de la marcasite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le mispickel se rencontre dans les divers gisements suivants :

1° Dans des roches éruptives ;

2° Dans des filons métallifères;

3° Dans des schistes cristallins.

Le second de ces genres de gisements est de beaucoup le plus important.

1° *Dans des roches éruptives.*

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* Des cristaux nets de mispickel avec macles en roue suivant *m* (110) (fig. 1) ont été trouvés par M. Baret dans la granulite de Barbin près Nantes.

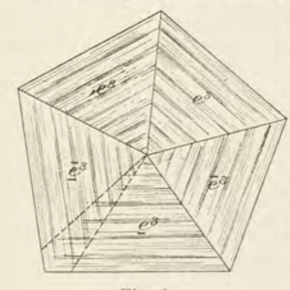


Fig. 1.
Macle du mispickel de Barbin.

Pyrénées. — *Ariège.* J'ai recueilli des masses cristallines de mispickel avec rares cristaux *m* (100), e^1 (011), et quelquefois a^1 (fig. 2) dans les granulites des carrières de talc de Trimounts en Lordat. Ils y sont accompagnés de quartz.

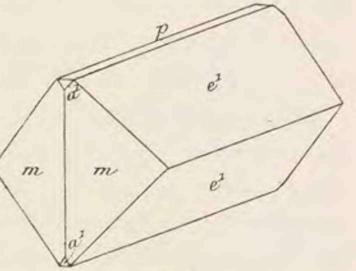


Fig. 2.
Mispickel de Trimounts en Lordat.

Plateau central. — *Tarn*. Je dois à l'obligeance de MM. Brémont et Valette de petis cristaux de mispickel ($m\ e^1$) trouvés par eux dans une granulite altérée de Montredon. Ces cristaux atteignent 2 ^{mm} de plus grande dimension.

2° *Dans les filons métallifères.*

a) *Dans les filons stannifères et wolframifères.*

Le mispickel est un des satellites habituels de la cassitérite et du wolfram ; il existe dans presque tous les filons français renfermant ces deux minéraux.

Bretagne. — *Morbihan*. Le célèbre gisement stannifère de la Villeder (voir à *cassitérite*) a fourni autrefois de très beaux cristaux de mispickel dont j'ai étudié de nombreux échantillons, grâce à l'obligeance de M. de Limur. Ils sont généralement engagés dans du quartz laiteux fétide ; ils peuvent atteindre 4^{cm} de plus grande dimension ; leurs formes sont : a^1 (101), e^1 (011), e^2 (012). Ils sont plus ou moins allongés suivant l'arête e^1 e^1 (fig. 3) et leurs faces de la zone d'allongement sont fortement cannelées suivant leur intersection mutuelle, alors que les faces a^1 (101) sont planes et réfléchissantes. Par leur altération, ces cristaux donnent des produits verdâtres cryptocristallins mal définis.

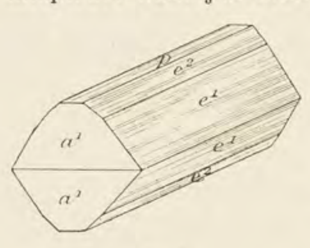


Fig. 3.
Mispickel de la Villeder.

Loire-Inférieure. Le mispickel a été trouvé en masses grenues dans le gisement stannifère de Piriac.

Plateau Central. — *Haute-Vienne*. Le mispickel se rencontre dans tous les filons stannifères de la chaîne de Blond, à Vaulry et à Cieux (avec quartz, muscovite, cassitérite, wolfram, löllingite, molybdénite, or natif, etc.), à Puy-les-Vignes, près Saint-Léonard (avec wolfram, cassitérite, scheelite, etc.), à Mondelisse, entre Saint-Léonard et Limoges (avec wolfram, molybdénite et scheelite) et dans les filons de quartz des fouilles aurifères de la Creuse et du Limousin dont il a été parlé page 431. Dans tous ces gisements, le mispickel forme des masses cristallines grenues ; je n'ai pas vu de cristaux distincts dans les échantillons que j'ai eu l'occasion d'étudier. C'est par la décomposition de ce

mispickel que se sont formés les beaux cristaux de scorodite et de pharmacolite qui seront décrits dans le tome III.

Corrèze. Dans le filon bismuthifère et wolframifère de Meymac, on a trouvé en abondance un mispickel en masses compactes ou cristallines offrant une teinte rosée sur les cassures oxydées à l'air. M. Carnot en a fait les analyses données en *c*) *d*) *e*) qui montrent une composition exceptionnelle rapprochant ce minéral de l'*alloclasite*.

Puy-de-Dôme. Le mispickel a été trouvé dans un filon de quartz, contenant du wolfram et signalé en 1861 par Fournet au pont de la Miouse en Gelles près Pontgibaud (derrière l'hôtel). D'après M. Gonnard (*B. S. M.* IX. 243. 1886), ce mispickel renferme de 40 à 100 gr. d'or à la tonne ; les échantillons que je dois à l'obligeance de ce savant sont formés de masses cristallines d'un blanc d'acier superficiellement irisées, dépourvues de formes géométriques. Des recherches ont été faites à Madras (1 km. S. E. de Pontgibaud) sur un filon quartzeux de mispickel aurifère et argentifère qui est probablement le prolongement de celui de la Miouse. Des recherches ont été tentées en 1860 à Argentelle au-dessous du hameau de Mont-la-Côte sur un filon de quartz traversant le granite et renfermant avec beaucoup de mispickel quelques mouches de cassitérite.

b) *Dans les filons quartzeux.*

Je réunis ici un certain nombre de gisements dans lesquels le mispickel a été trouvé engagé dans des filons de quartz n'ayant fourni ni cassitérite, ni wolfram. Il est possible qu'une étude approfondie sur le terrain permette de rattacher ces filons soit au groupe qui vient d'être étudié, soit au suivant. Les mouches de mispickel sont assez fréquentes dans les filons de quartz ; je ne cite que les gisements dans lesquels ce minéral se présente avec quelque abondance ou en cristaux distincts.

Anjou. — *Maine-et-Loire.* Le mispickel est connu depuis longtemps dans les environs d'Angers, à Saint-Pierre Montlimart au milieu d'un filon quartzeux de $0^{m}80$ de puissance, situé sur la grande route (près du village) à Jallais au Champ de Mars et au Lion d'Angers. Le mispickel de Saint-Pierre de Montlimart est aurifère; d'après les essais de MM. Cumenge et Robellas le quartz ferrugineux de ce gisement contient 17 grammes d'or à la tonne.

M. Jouitteau a récemment trouvé ce minéral (*Bull. Soc. Sc. nat. Ouest.* II. 215. 1892) à la Desière (ou Desine) près Avrillé, dans un

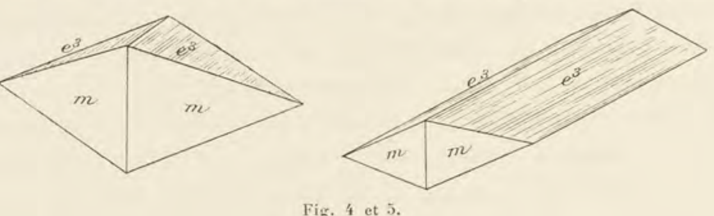


Fig. 4 et 5.
Mispickel d'Avrillé.

filon de quartz blanc exploité pour l'empierrement près d'une ancienne ardoisière. Le mispickel s'y observe en masses cristallines ou en cristaux distincts; il est associé à de la sidérose. J'ai observé les formes *m* (110) et e^3 (013) (fig. 4 et 5), les cristaux sont quelquefois allongés suivant e^3 e^3 et présentent des macles fort nettes (fig. 6).

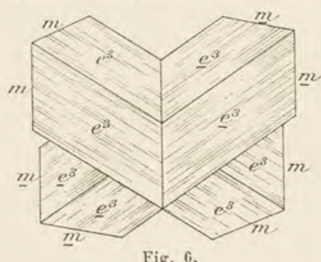


Fig. 6.
Macle du mispickel d'Avrillé.

Les cristaux sont souvent brisés et ressoudés par du quartz; ils sont difficiles à isoler.

La décomposition du mispickel a donné naissance à des enduits cristallins de *scorodite* ou plus rarement à de petits mamelons fibreux de *dufrénite.*

La collection du Muséum possède des masses cristallines de mispickel, intimement mélangées à de la galène et provenant du petit Montreveaux, au nord de Saint-Florent-Leviet; ce mispickel a une gangue de quartz.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Un filon de quartz avec mispickel se trouve au col d'Uzious. Je n'ai pu extraire de cristal d'un échantillon que je dois à l'obligeance de M. Nentien.

Ariège. De petits filonnets de quartz, riches en mispickel grenu, se trouvent dans le granite et les schistes modifiés par lui, dans les ravins aboutissant à Mijanès.

Pyrénées-Orientales. La collection du Muséum renferme deux échantillons de mispickel engagé dans du quartz sur le gisement exact duquel je n'ai pu trouver aucun renseignement précis. L'un est indiqué comme provenant de la montagne de la Layade près la Preste,

l'autre du col de la Galine dans le massif du Canigou. Ce sont des masses cristallines s'altérant facilement.

Corbières. — *Aude*. Le mispickel de la Farenque près Carcassonne a été autrefois analysé par Vauquelin. Je n'ai pas de renseignements sur son gisement. Aux mines de Mas Cabardès, se trouvent, dans les micaschistes, deux puissants filons de mispickel, celui de Roquefère et celui de Carrus (avec pyrite).

Plateau Central. — *Ardèche*. Le mispickel a été signalé dans des filons de quartz à Saint-Cierge-la-Serre et Saint-Vincent-de-Durfort (Delmas. *Minér. dans l'Ardèche*. 341. 1872) ; à Flaviac, le même minéral est également engagé dans le quartz avec pyrite.

Il me paraît probable que l'étude de ce gisement permettrait d'y découvrir de bons cristaux.

Lozère. Du mispickel massif a été rencontré dans des filons quartzeux aux environs de Villefort. Le même minéral, seul ou associé à de la pyrite, abonde dans les petits filons quartzeux de la région antimonifère de la Lozère et particulièrement aux environs de Moissac, de Saint Germain-de-Calberte, de Saint-Martin-de-Bobaux et dans toute la région comprise entre Saint-Privat-de-Vallongue, le Collet de Dèze et Saint-Andéol-de-Clerguemort.

Cantal. C'est dans une gangue quartzeuse qu'a été exploité à Bonnac près Massiac, un mispickel aurifère. Il y forme des masses cristallines dans lesquelles je n'ai pas vu de cristaux distincts. Un filon de quartz avec mispickel se trouve dans les environs de Saint-Mary-le Plain.

Puy-de-Dôme. Le mispickel a été autrefois exploité dans le filon quartzeux de Bosbarty (Bauberty) en Anzat-le-Luguet. Les échantillons que j'ai examinés sont constitués par du mispickel fragile, intimement mélangé à du quartz blanc. Je n'ai pu en extraire que des fragments de cristaux ; ils sont allongés suivant l'axe vertical, rappelant ainsi par leurs faciès les cristaux bien connus de Munzig (Saxe).

Le même minéral a été trouvé à Taillefer en Tortebesse ; il renferme, d'après Baudin, 0,0005 °/₀ d'argent.

Haute-Vienne. Des filons quartzeux renfermant du mispickel aurifère et argentifère sont connus depuis longtemps à la Mérine, entre Saint-Yrieix et Coussac-Bonneval.

Saône-et-Loire. Des travaux effectués, il y a quelques années, dans la forêt de Saint-Prix (montagne de la Brulée ou du Haut-Folin), ont mis à découvert un filon de mispickel. Il est essentiellement constitué par un mélange de chlorite et de quartz, englobant des cristaux ou des masses grenues de mispickel, associé à un peu de pyrite cubique.

Les cristaux de mispickel atteignent 1 centimètre. Ils sont fragiles et surtout difficiles à isoler. Cependant j'ai pu extraire quelques très bons cristaux à faces brillantes d'un échantillon que je dois à l'obligeance de M. Bougier et dans lequel la gangue chloriteuse est remplacée par une muscovite cryptocristalline.

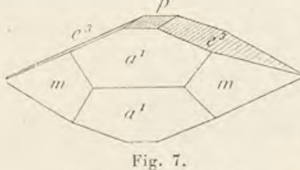


Fig. 7.
Mispickel de Saint-Prix.

Tous les cristaux de ce gisement ont la même forme a^1 (101), e^3 (013) et m (110) p (001) (fig. 7); les faces p, e^3 sont striées parallèlement à leurs intersections mutuelles. Les faces prismatiques sont généralement petites et les cristaux offrent la forme de fuseaux allongés suivant l'arête a^1 a^1 ; ils ont parfois un aspect dissymétrique par suite du faible développement de deux faces a^1 (101) parallèles. Ces cristaux rappellent, par leurs formes, ceux de Hohenstein près Schemnitz.

Le mispickel de Saint-Prix est d'un beau blanc d'argent, ou d'un gris jaunâtre dans les échantillons à gangue chloriteuse. Les cristaux que j'ai mesurés sont fréquemment recouverts d'une poussière blanche extrêmement mince qu'il est facile d'enlever par la simple friction du doigt.

Vosges. — [*Alsace*]. Un filon de mispickel a été exploité dans la montagne d'Ober-Pers près de Sternensee (Delbos et Köchlin-Schlumberger, *op. cit.*, 345).

c) *Dans des filons antimonifères, plombifères, argentifères, cuprifères, etc.*

Le mispickel se rencontre parfois en très bons cristaux comme élément accidentel dans un grand nombre de filons métallifères dans lesquels il se présente.

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine.* Je dois à l'obligeance de M. Davy la communication de jolis cristaux de mispickel, trouvés par lui à

Martigné-Ferchaud. Ils se trouvent dans un schiste argileux, au contact immédiat des filons quartzeux, riches en stibine. Ils sont extrêmement nets et atteignent 8 millimètres ; ils s'isolent facilement de leur gangue ; leurs formes sont m (110), e^3 (013) ; généralement elles sont également développées (fig. 4), mais parfois les cristaux sont allongés suivant l'axe vertical (fig. 8).

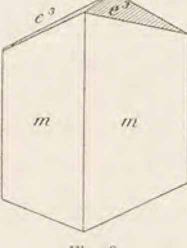


Fig. 8.

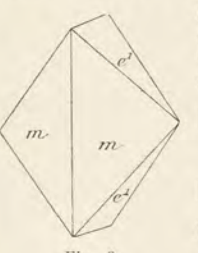


Fig. 9.
Mispickel de la mine d'Ar.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Le mispickel est assez abondant dans la mine d'Ar près des Eaux-Bonnes (voir à *arite*) ; il s'y présente d'ordinaire en masses compactes ; on l'y trouve cependant aussi en jolis cristaux m (110), e^1 (011) (fig. 9).

Plateau Central. — *Aveyron*. Le mispickel est rare dans les mines de l'Aveyron. Il a été signalé dans un filon affleurant sur le bord de la route de Villefranche à la Guépie vers le km. 5.

Haute-Loire. Les filons de galène à gangue quartzeuse de Beaumont renferment du mispickel en masses cristallines ; je n'ai pas pu en isoler de cristaux déterminables.

Puy-de-Dôme. Le mispickel a été rencontré dans les mines de Pontgibaud en cristaux contournés, associés à la galène, la pyrite et la barytine.

Loire. A Valsonne, ce minéral a été autrefois exploité pour l'extraction de l'arsenic ; il est mélangé à de la galène et à de la chalcopyrite dans une gangue quartzeuse.

Vosges. — Belfort. Le mispickel se trouve dans les mines de Giromagny, ainsi qu'à Auxelles ; il ne paraît pas s'y rencontrer en cristaux distincts.

M. L. Meyer a récemment signalé (*Bull. Soc. belfortaise d'Emul.* 1895) sur les anciennes haldes du Solgat, à Giromagny, un mispickel cobaltifère (*danaïte*) d'un gris noir foncé qui, par sa décomposition, donne naissance à de petites houppes d'érythrite.

[*Alsace*]. Le mispickel, en petits cristaux m (110), e^4 (014)? et en masses grenues, a été rencontré autrefois avec smaltite, arsenic natif, panabase, dans les filons arsenifères de Sainte-Marie-aux-Mines

(Glück-Auf); je n'ai pas eu entre les mains de mispickel de cette localité.

Alpes. — *Isère*. Le mispickel se rencontre assez fréquemment à la mine des Chalanches et toujours en cristaux petits, mais nets. Ils sont fréquemment engagés dans l'asbolite argentifère; leurs faces sont brillantes; la combinaison la plus habituelle est m (110), e^2 (012) et e^1 (011), avec de petites facettes a^1 (101).

Algérie. — Le mispickel a été signalé dans la mine de blende d'Aïn Barbar.

Nouvelle-Calédonie. — Le mispickel se rencontre en petite quantité avec galène, blende, pyrite, or natif dans les filons quartzeux de Manghine, sur la rive gauche du Diahot.

3° *Dans les schistes cristallins et les schistes métamorphiques.*

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. Le mispickel est assez commun dans les micaschistes plus ou moins granulitisés des environs de Nantes ou de Nantes même. Sur les bords du ruisseau de Gèvres près la Jonnelière, M. Baret a recueilli des cristaux atteignant 1^{cm} avec macle de 5 individus (fig. 1). Les autres gisements à citer sont : le Pé de Sèvres en Pallet, la carrière des Sœurs à Petit-Port, celle des deux Fours à Nantes (masses grenues), la carrière de Gigont, à Plessis-de-la-Muse près Nantes (masses compactes dans les veinules des micaschistes).

Plateau Central. — *Loire*. Le mispickel a été rencontré, avec muscovite, andalousite et grenat dans les lentilles quartzeuses des micaschistes de Rive-de-Gier.

Alpes. — *Savoie*. La collection de Strasbourg possède un échantillon de schiste de Pesey renfermant des cristaux de mispickel [m (110), e^2 (012)], allongés suivant la zone verticale. Le même minéral a été rencontré dans les schistes du mont Valézan-sur-Seez.

SULFOSELS

SULFOFERRITES

ÉRUBESCITE

$3\ Cu^2S,\ Fe^2S^3$

Cubique.

Macles. Macle suivant a^1 (111), par pénétration.

Formes observées. p (100), a^1 (111), b^1 (110).

Faciès. L'érubescite cristallisée ne se trouve parmi les gisements français que dans les produits de sources thermales. Dans les autres gisements, elle ne s'observe qu'en masses compactes ou grenues.

Clivages. Traces de clivage suivant a^1 (111) dans les cristaux. Cassure inégale.

Dureté. 3. Fragile.

Densité. 4,9 à 5,4.

Coloration et éclat. Rouge de cuivre à brun tombac dans la cassure fraîche. Le minéral prend, à l'air, de magnifiques irisations bleues et rouges. Poussière d'un gris noir. Opaque.

Composition chimique. La composition théorique répondant à la formule $3\ Cu^2S,\ Fe^2S^3$ (Groth) est donnée en *a*).

b) Analyse de l'érubescite de Monte-Lucia (*Corse*), par Ch. Mène (*C. R.* LXIII. 54. 1886), déduction faite de 81 °/₀ de quartz ;

c) De l'érubescite de Saint-Pancrasse (*Aude*), par Berthier (*A. M.* VII. 557. 1835).

	a)	*b*)	*c*)
S.......	28,1	28,0	22,8
Cu......	55,5	55,5	59,2
Fe......	16,4	16,5	13,0
Gangue .	»	»	5,0
	100,0	100,0	100,0

Les masses compactes présentent des variations de composition, dues peut-être à des mélanges mécaniques de chalcopyrite, de chalcosite. C'est ainsi que l'analyse suivante a été faite par Berthier (*A. M.* III. 48. 1833) sur un minéral de Nadaud (*Haute-Vienne*).

S............	20,0
Cu...........	70,0
Fe...........	7,9
Quartz.......	0,2
	98,1

L'érubescite est parfois argentifère. Celle dont l'analyse est donnée en *c*) renferme 0,0075 d'argent.

Essais pyrognostiques. Comme pour la chalcopyrite.

Diagnostic. L'érubescite se distingue de la chalcopyrite par sa couleur rouge de cuivre et ses irisations qui l'ont fait souvent appeler *cuivre panaché*.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'érubescite est un excellent minerai de cuivre; elle se rencontre avec d'autres minerais cuprifères dans les gisements suivants :

1° Dans des roches éruptives ;

2° Dans des filons métallifères ;

3° Dans des sources thermales.

1° *Dans des roches éruptives.*

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. De belles masses irisées d'érubescite accompagnées de chalcopyrite se trouvent dans la pegmatite à

grands éléments de Miseri près Nantes. Cette roche renferme, en outre, de la biotite, de la muscovite, du béryl, intimement mélangés aux deux minéraux métalliques.

Pyrénées. — *Haute-Garonne*. M. Gourdon m'a indiqué l'existence de l'érubescite associée à de la fluorine dans la granulite de la carrière du pont des Mousquères près Bagnères-de-Luchon.

2° *Dans les filons métallifères*.

Dans les filons métallifères, l'érubescite est le plus souvent associée à la chalcopyrite, parfois à la galène et à la blende.

Pyrénées. — *Pyrénées-Orientales*. L'érubescite a été rencontrée avec chalcopyrite et malachite dans une gangue de quartz à Roques des Albères près Sparregueri, non loin de Collioures.

Corbières. — *Aude*. Le filon de Saint-Pancrasse en Monthoumet a fourni un minerai essentiellement constitué par un mélange intime d'érubescite, de chalcopyrite et de galène. Ce mélange renferme 0,02 °/₀ d'argent, alors que l'érubescite seule en contient 0,0075 (Berthier. *A. M.* VII. 1875), le même minerai renferme de la chalcosite. L'érubescite se rencontre aussi dans le filon de Limousin (près Mas Cabardès) avec oxyde de fer et carbonate de cuivre.

Plateau central. — *Aveyron*. L'érubescite est rare dans les filons cuivreux de l'Aveyron; elle n'a été trouvée que dans celui de Corbières, à la limite de l'Hérault, avec chalcopyrite, panabase, blende, sidérose, etc.

Loire. L'érubescite mélangée à de la chalcosite a été trouvée dans le filon de la Pacaudière, les deux minéraux sont intimement mélangés.

Haute-Vienne. Berthier a analysé (*A. M.* III. 48. 1833) une érubescite compacte amorphe, à cassure raboteuse provenant du bois de Nadaud en Saint-Sylvestre qui possède la composition donnée plus haut. Ce minéral, d'un jaune métallique, nuancé de rouge et de violet, est probablement un mélange mécanique d'érubescite et de chalcosite. Je n'ai pu me procurer d'échantillons de ce minéral, indiqué par Berthier comme s'étant trouvé en très petite quantité.

Allier. Le gisement français d'érubescite le plus important est celui de Charrier près La Prugne qui a fait, il y a quelques années, l'objet d'une exploitation. Ce filon se trouve sur la rive droite de la Besbre dans une roche chloriteuse (schiste paléozoïque métamorphique) vert sombre ; le filon est aussi en relation avec un filon de microgranulite (Deshayes. *B. S. G.* I. 407. 1873).

L'érubescite forme des masses compactes à cassure d'un brun violacé et constitue parfois dans la roche verte des veinules dont la cassure est généralement rosée. Il n'a pas été trouvé de cristaux dans ce gisement aujourd'hui abandonné ; l'érubescite y est accompagnée d'un peu de chalcopyrite ; la pyrite se rencontre aussi en cubes dans les schistes. Enfin le filon cuprifère est traversé par des filons minces de galène et de barytine.

Ardennes. — [*Belgique*]. De petites masses d'érubescite ont été trouvées avec chalcopyrite dans les filons quartzeux traversant les schistes paléozoïques de Vieil-Salm.

Vosges. — [*Alsace*]. L'érubescite a été rencontrée à Framont, intimement mélangée à de la chalcosite massive. Sa couleur est le rouge rosé.

Vosges. L'érubescite compacte a été trouvée au Tillot ; elle est mélangée à de la pyrite.

Alpes. — *Massif du mont Blanc*, *Haute-Savoie*. L'érubescite accompagne la chalcopyrite dans le filon de Roissy près Servoz (voir à *bournonite*).

Isère. De petites veines d'érubescite ont été trouvées dans les calcaires liasiques de Prunières près Laffrey (voir à *blende*).

Hautes-Alpes. L'érubescite en quantité peu notable s'est rencontrée dans un filon quartzeux situé dans la protogine au sud-est de l'hospice du Lautaret, vers la source de la branche droite de la Guisane.

De très beaux échantillons du même minéral, ne constituant malheureusement que des veinules peu importantes, ont été trouvés dans la serpentine du vallon de Saint-Véran dans le Briançonnais ; ils étaient accompagnés de cuivre natif.

L'érubescite se présente sous forme de petits nodules avec chalcopyrite dans les spilites de la mine du Chapeau en Champoléon (voir à *panabase*).

Alpes-Maritimes. L'érubescite est l'un des minerais de cuivre des anciennes mines de cuivre des environs de Puget-Théniers (Mines de La Cerisaie en La Croix, de Val-de-Blore, etc.).

Corse. — Il existe à Ponte Alla Leccia un gisement cuprifère analogue à celui de Monte-Catini. Le gabbro de cette localité est traversé par des filons remplis par du quartz, de l'érubescite et de la chalcopyrite. Ces minerais imprègnent aussi les roches chloriteuses et serpentineuses du voisinage et forment même des nodules dans les parties argileuses de celles-ci. L'érubescite se rencontre, en quantité plus ou moins grande, dans la plupart des gisements corses de chalcopyrite : Castifao, Vallica, Canavaggio, Lento, etc. (voir page 686).

Nouvelle-Calédonie. — L'érubescite en masses compactes à surfaces irisées est associée aux autres sulfures cuprifères exploités à la mine de Pilou, dans la région du Diahot (voir à *chalcopyrite*).

3° *Dans les sources thermales*,

L'érubescite a été trouvée comme produit néogène dans quelques sources thermales avec chalcosite, chalcopyrite, panabase. Ces sulfures y sont formés aux dépens du bronze de monnaies romaines (jetées comme offrandes dans les sources), par les sulfures solubles résultant de la réduction du sulfate de l'eau par les matières organiques.

Plateau Central. — *Allier*. [On verra plus loin la description des monnaies romaines transformées en érubescite et en chalcopyrite par la source thermale de Bourbon-l'Archambault.

Champagne. — *Haute-Marne*. L'érubescite en petits cristaux nets p (100), a^1 (111), à faces courbes, a été rencontrée assez abondamment parmi les sulfures néogènes, formés aux dépens de monnaies romaines dans les thermes de Bourbonne-les-Bains (voir à *panabase*).

CHALCOPYRITE

$Cu^2S,\ Fe^2S^3$

Quadratique, antihémiédrique (sphénoédrique)
$b : h = 1000 : 696{,}671$. $D = 707{,}107$.
[$a : c = 1 : 0.98525$ (Haidinger)]

Macles. Les macles de la chalcopyrite sont variées.

1° Macles suivant $b^{1/2}$ (111), avec généralement accolement suivant p, (fig. 5 et 6) (la macle ressemble alors à celle des spinelles dans le système cubique), ou pénétration perpendiculairement à p. Ces macles sont fréquemment très polysynthétiques et aplaties suivant une face $b^{1/2}$.

2° Macles suivant a^1 (101), avec axe de rotation perpendiculaire ; cette macle est souvent polysynthétique.

3° Macles suivant m (110) avec l'axe vertical pour axe de rotation.

Formes observées : p (001), a^1 (101), $a^{1/2}$ (201) ;
$+ 1/2\ b^{1/2}$ [$\varkappa$ (111)], $- 1/2\ b^{1/2}$ [$\varkappa$ (1$\bar{1}$1)].

Les angles suivants ont été mesurés sur les cristaux de Baigorry et des environs de Tenès.

	Angles calculés	Angles mesures		Angles calculés	Angles mesurés
pa^1	150°15′		$b^{1/2}\ b^{1/2}$ sur a^1	109°53′	109°50′
$a^1\ a^1$ sur p	120°30′		$b^{1/2}\ b^{1/2}$ sur h^1	70° 7′	
$pa^{1/2}$	140°54′30″		$b^{1/2}\ a^1$	144°56′	144°59′
$a^{1/2}\ a^{1/2}$ sur p	101°49′		$a^1\ a^1$ sur b^1	90°51′	
$pb^{1/2}$	125°40′		$a^{1/2}\ a^{1/2}$ sur $b^{1/2}$	53°49′	
* $b^{1/2}\ b^{1/2}$ sur p	71°20′	71°23′	$a^{1/2}\ b^{1/2}$	111°54′30″	111°59′

Faciès des cristaux. Les cristaux de chalcopyrite présentent généra-

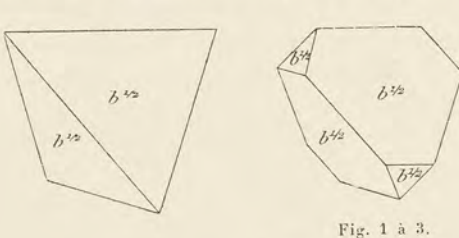


Fig. 1 à 3.
Chalcopyrite. Formes communes.

lement l'une des formes sphénoédriques plus développée que la forme

conjuguée (fig. 2); parfois celle-ci est réduite à de petites facettes brillantes non striées, alors que celles qui donnent au cristal son principal aspect sont larges, ternes ou oxydées et portent des stries parallèles à leur diagonale. Les deux formes conjuguées sont parfois également développées (fig. 3).

Le minéral se présente soit en cristaux distincts, soit en masses sans formes géométriques ou en masses mamelonnées, botroydes, stalactiformes.

Clivages. Clivages $a^{1/2}$ (201) quelquefois nets, clivages indistincts suivant *p* (001).

Dureté. 3,5 à 4. Cassure inégale. Fragile.

Densité. 4,1 à 4,3.

Coloration et éclat. Jaune de laiton, se ternissant à l'air. Le minéral est brillamment irisé dans les teintes rouges et bleues. Éclat métallique très vif. Poussière noir verdâtre. Opaque.

Groupements réguliers avec d'autres minéraux. La chalcopyrite et la panabase présentent parfois des groupements réguliers qui seront décrits à la *panabase*.

Composition chimique. La formule $Cu^2 S, Fe^2 S^3$ correspond à la composition *a*).

b) Analyse de la chalcopyrite de Sain-Bel par Gueniveau (in Brard. *Minér*. 366. 1824).

	a)	*b*)
S.........	35,0	37,0
Cu........	34,5	30,2
Fe........	30,5	32,3
	100,0	99,5

Les analyses montrent souvent une teneur en fer supérieure qui paraît due à des mélanges mécaniques de pyrite. Il existe parfois des traces de thallium, de sélénium, etc.

Breithaupt a donné le nom d'*homicklin* (*Berg. u. Hütt. Z*. XVII. 385. 1858 et XVIII. 65. 321. 1859) à un minéral d'un jaune bronzé, ressemblant à de la chalcopyrite, mais renfermant plus de cuivre (S = 30,21. Fe = 25,81. Cu = 43,76 = 99,78), il l'a notamment signalé en Algérie sans indication précise. Peut-être est-ce une chalcopyrite, en partie altérée en érubescite (Dana).

Propriétés pyrognostiques. Dans le tube fermé, la chalcopyrite décrépite et donne un sublimé de soufre ; dans le tube ouvert, dégage des vapeurs sulfureuses.

Au chalumeau, elle fond en un globule magnétique qui, avec la soude, donne un bouton de cuivre ferrifère.

Soluble dans l'acide azotique avec dépôt de soufre. La liqueur verte additionnée d'ammoniaque devient bleue et donne un précipité de sesquioxyde de fer.

Altérations. La chalcopyrite, par son altération, donne de nombreux minéraux. Elle est souvent recouverte d'un enduit bleu de covellite, noir de chalcosite ou de mélaconite ; elle se transforme aussi en chalcanthite, en malachite et en chessylite, etc.

Diagnostic. La forme cristalline, la couleur et la densité permettent de distinguer la chalcopyrite[1] de l'érubescite qui possède la même composition qualitative. Les réactions du cuivre, la couleur jaune plus dorée, constituent un bon diagnostic différentiel de la pyrite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

J'étudierai successivement la chalcopyrite dans les trois conditions suivantes :

1° Dans les roches éruptives ;
2° Dans les gisements métallifères ;
3° Dans les sources thermales.

1° *Dans les roches éruptives.*

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* Les pegmatites à grands élements de Miseri et de Barbin renferment des nids de chalcopyrite qui, dans le premier de ces gisements, est associée à de l'érubescite.

1. La cubanite (CuS, Fe^2S^3) de couleur jaune laiton à jaune de bronze (densité 4.02 à 4.04) possède la composition suivante : $S = 35,4$. $Cu = 23,3$. $Fe = 41,3 = 100$. Elle offre des caractères extérieurs très analogues à ceux de la chalcopyrite, mais elle est cubique, avec clivage suivant p très net.

2° *Dans les filons métallifères.*

La chalcopyrite se rencontre dans des filons proprement dits à gangue de quartz ou de sidérose, dolomie, calcaire. Elle y est souvent associée à de la panabase. On la trouve aussi dans des gîtes d'imprégnation.

Elle constitue l'un des minéraux qui accompagnent fréquemment la galène dans les filons concrétionnés. Pour cette dernière catégorie de gisements, je n'ai cité que quelques exemples, la plupart des localités énumérées à l'article *galène* fournissant au moins des mouches de ce minéral.

Bretagne. — *Finistère*. De la chalcopyrite se trouve avec blende et galène dans le filon quartzeux de Kervoal près Huelgoat.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. On trouvera à l'article *panabase* des indications sur les mines de cuivre de Baigorry ; la chalcopyrite a été l'élément constitutif de certains filons ; elle accompagne généralement la panabase. On la trouve en magnifiques sphénoèdes 1/2 $b^{1/2}$ [$\varkappa$ (111)] (fig. 1) avec souvent la forme inverse (fig. 2) : parfois l'une et l'autre sont également développées (fig. 3) ; les formes $a^{1/2}$ (201) (fig. 4), p (001), a^1 (101), ne sont jamais représentées que par de très petites facettes. Ces cristaux sont remarquables par leur netteté ; ils présentent fréquemment les groupements réguliers avec la panabase qui seront étudiés plus loin (voir à *panabase*). Les macles suivant $b^{1/2}$ (111) sont fréquentes (fig. 5 et 6).

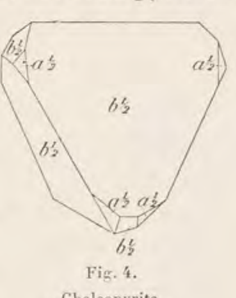


Fig. 4.
Chalcopyrite.
Forme commune.

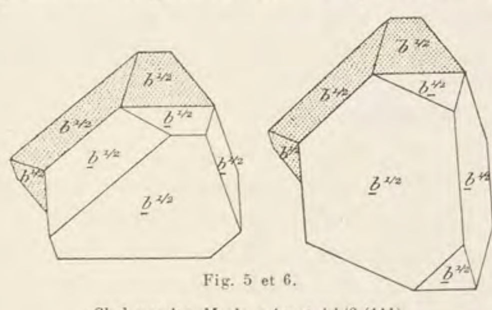


Fig. 5 et 6.
Chalcopyrite. Macle suivant $b^{1/2}$ (111).

Les cristaux de chalcopyrite de Baigorry sont généralement implantés dans des géodes de sidérose avec quartz, dolomie, panabase, etc.

Les filons de sidérose à gangue quartzeuse d'Ainhoa (Perlamborda) sont imprégnés de minéraux cuivreux, chalcopyrite, érubescite, pana-

base qui forment, dans la sidérose, des grains, des cristaux ou même de petits filonnets. Le quartz et la sidérose constituent dans le filon des bandes alternantes ; quelquefois les cristaux de quartz sont rayonnés autour d'un noyau central de sidérose (structure en cocarde). L'imprégnation de cette sidérose par les minéraux cuprifères la rend impropre à l'exploitation du fer.

Des filons analogues se trouvent à Lisqueta près Saint-Étienne-de-Baigorry, au sud de Lescun, à Aspeich (en Gère-Belesten, Bielle et Bilhère). La chalcopyrite s'est rencontrée dans les filons de blende de la mine d'Ar.

Hautes-Pyrénées. De petits filonnets de chalcopyrite à gangue calcaire ont été rencontrés par M. de Limar dans les carrières de marbre de Campan, près Bagnères-de-Bigorre.

Ariège. La chalcopyrite se rencontre parfois en très beaux échantillons dans les filons de quartz traversant le silurien de divers points de l'arrondissement de Saint-Girons (Escalatozte, Mede, etc.) ; ces filons sur lesquels des tentatives d'exploitation furent faites au siècle dernier, sont aujourd'hui abandonnés.

Pyrénées-Orientales. Il existe dans ce département quelques filons de chalcopyrite : celui de Roque-des-Albères près Sparregueri (non loin de Collioures), a fourni de bons cristaux ; ce minéral y est associé à de l'érubescite, du quartz et de la malachite. Je ne crois pas qu'on ait trouvé de cristaux distincts dans le filon de Canavieille, riche, au contraire, en malachite et en chrysocole.

Corbières et Montagne Noire. — *Aude*. Les filons de Saint-Pancrasse en Monthoumet, renferment, dans une gangue de quartz et de barytine, de la chalcosite et un mélange intime de chalcopyrite, d'érubescite et degalène, renfermant 0,02 °/₀ d'argent, d'après les essais de Berthier. La chalcopyrite compacte est engagée dans de la calcite (b^1), à Mas Cabardès.

Aux environs d'Escouloubre, on a exploité autrefois un filon de chalcopyrite, en partie transformé aux affleurements en une masse rouge foncé, enduite de malachite dans laquelle Berthier a trouvé 24,7 °/₀ d'oxyde de cuivre et 57 °/₀ de sesquioxyde de fer (*A. M.* III. 46. 1833). Enfin ce minéral se rencontre à La Fayole, Missègre, Cascatel, le Cardou, Bouisse.

Les assises paléozoïques de Mas-Cabardès et de Labastide-Espar-

beirenque sont traversés par des filons quartzeux renfermant de la fluorine et de la chalcopyrite.

Dans les mines de la Caunette (voir page 499), il existe un peu de chalcopyrite dans les filons plombifères, mais ce minéral existe surtout dans les filons cuivreux, orientés E.-O. ; il y accompagne la blende dans une gangue de sidérose et de calcaire.

Hérault. La chalcopyrite a été exploitée à Cabrières, dans un filon de quartz (avec panabase), ramifié dans les schistes paléozoïques ; on la connaît aussi à Lunas, au Bousquet d'Orb, à Villecelle, Vieussan, Boussagues.

Cévennes. — *Gard*. Des filons cuprifères se trouvent aux environs de Saint-Jean-du-Gard, notamment au mont Brion, à la Valmy (à 6 ou 800 mètres des Gardons et du hameau du Serre, au sud du Bec-du-Ju). Ce minéral s'y présente souvent en jolis cristaux $\pm$ 1/2 $b^{1/2}$, simples ou maclés, implantés sur de la dolomie, recouvrant elle-même le granite. Près Saumane, se trouve un filon de mispickel et de chalcopyrite, avec magnétite et gangue de sidérose et de quartz.

Plateau Central. — *Aveyron*. La chalcopyrite abonde dans l'Aveyron où on la trouve en filons dans les formations les plus diverses et jusque dans le lias. Dans le district métallifère de Najac, elle accompagne la galène, la bournonite, la blende, etc., dans ce quartzeux. Elle est moins abondante aux environs de Villefranche, du Minier du Tarn et de Creissels ; elle est plus fréquente, au contraire, à Corbières et à Sylvanès, à la frontière de l'Hérault. Je ne crois pas que des cristaux distincts aient été trouvés dans les nombreux filons de cette région étudiés par Boisse (*A. M.* II. 453.).

Lozère. Les mines de galène de Villefort ont fourni de la chalcopyrite, parfois bien cristallisée (formes communes) associée à de la fluorine cubique, de la pyrite, de la blende ; un véritable filon de chalcopyrite existe à Freissinet près Villefort. Aux environs de Meyrueis et de Florac, se trouve un vaste réseau de filons quartzeux ; les uns sont riches en galène, les autres en chalcopyrite et panabase avec ou sans galène et barytine. Ces filons sont dans les schistes cristallins. Au Causse-Mejean près Florac, la chalcopyrite se trouve dans des assises liasiques silicifiées.

Ardèche. La chalcopyrite s'est rencontrée abondamment en masses

compactes dans le filon de galène de l'Argentière et particulièrement dans celui des Sablières.

Haute-Loire. De belles masses de chalcopyrite compacte ont été rencontrées dans des filons quartzeux des environs de Langeac.

Puy-de-Dôme. Des filons de chalcopyrite avec gangue de barytine, de quartz associé à un peu de galène, se trouvent dans le gneiss du ravin de la Miouse, au-dessous du village de Banson (Tournaire. *A. M.* XVII. 1860).

Le même minéral a été trouvé en filon dans le granite du Pégu près de Champagnat-le-Jeune.

Rhône. La chalcopyrite a été rencontrée en grande abondance à Chessy ; c'est l'oxydation de ce minéral qui a donné naissance au gisement célèbre de chessylite qui sera étudié dans le tome III ; elle existe du reste dans tous les gisements pyriteux de Sain-Bel, Sourcieux, etc., décrits page 581. La chalcopyrite, dans ces mines, est associée à la pyrite, constituant parfois avec elle des masses rubanées. Les cristaux sont rares ; ils présentent les formes habituelles avec macles fréquentes (fig. 1 à 6).

La chalcopyrite existe aussi à Savigny et dans la plupart des filons de galène de la région ainsi que dans la mine d'oligiste, inexploitée aujourd'hui, de Lantigné.

Loire. Un filon pauvre de chalcopyrite compacte, à gangue de quartz, se trouve à Gumières ; ce même minéral se rencontre comme accident dans les filons plombifères de Saint-Julien-Molin-Molette.

Vosges. — *Haute-Saône*. La chalcopyrite a été exploitée autrefois dans les filons de Château-Lambert et de Plancher-les-Mines.

Belfort. La chalcopyrite a été abondante dans les mines de Giromagny (filon de Saint-Daniel, du Solgat, de Saint-Pierre, de Teutschgrund), de Lepuix (Sainte-Barbe, Saint-André, Saint-Nicolas-des-Bois), d'Auxelles (Saint-Jean, Sainte-Barbe, Scheenmütte, Saint-Martin, Bagralle). Elle s'y est le plus souvent rencontrée en masses compactes dans une gangue de quartz et de fluorine, mais on l'a aussi observée en cristaux simples ou maclés $\pm$ 1/2 $b^{1/2}$ (fig. 1 à 6).

[*Alsace*]. La chalcopyrite a été trouvée dans la plupart des filons de la région de Sainte-Marie-aux-Mines ; les cristaux [$\pm$ 1/2 $b^{1/2}$ simples ou maclés] ont été surtout fréquents dans le ravin de Phau-

noux (Rauenthal) et particulièrement dans les anciennes mines de Saint-Guillaume, Glück-auf, Saint-Nicolas et de Gabe-Gottes ; ils sont parfois fort beaux, implantés sur du quartz ou de la barytine, de la calcite, de la dolomie.

Delbos et Schlumberger signalent en outre ce minéral sous forme compacte dans un grand nombre de mines alsaciennes du Silberthal, des vallées de Guebwiller, de Münster, etc. (*Desc. géol. du Haut-Rhin*. II. 352. 1867).

La chalcopyrite était peu abondante à Framont, dans la mine du Donon, en veinules associées à la panabase, dans la mine jaune (avec blende et galène), et enfin dans la mine de Grandfontaine.

Alpes. — *Massif du mont Blanc*. La chalcopyrite a été exploitée autrefois dans les mines des environs de Servoz (voir à *bournonite*), dans les filons de Sainte-Marie-aux-Fouilly, de Roissy, de Pormenaz.

Savoie. Des filons de chalcopyrite ont été jadis exploités à Doucy (avec panabase), à Fougère en Fessons (avec panabase et blende), aux Rognots en Beaufort, au Bourget, à Malrocher-en-la-Table (avec panabase), à la mine de Presle, au-dessus du Bourget (avec panabase), et surtout à Saint-Georges d'Heurtières (gangue de quartz, de calcite ferrifère, de sidérose avec pyrite, galène, etc.).

Isère. Il existe dans l'Oisans un assez grand nombre de filons contenant de la chalcopyrite comme élément essentiel ou accidentel ; il y lieu de citer notamment ceux du col de la Cochette, entre Vaujany (*Isère*) et Saint-Sorlin (*Savoie*), de Theys et de la montagne des Chalanches (filon Saint-Louis), qui sont aurifères (Gueymard. *Statist. minér. Isère*. 1844).

La chalcopyrite, associée à la panabase, est un accident des mines d'Oulles, de Séchilienne. On la trouve dans les gîtes du Ravin en Entraigues (avec galène), des Sables en Livet et en Gavet, de Riftort en Mizoëns, etc.

Hautes-Alpes. Les environs de la Grave renferment de nombreux filons remarquables par les hauteurs considérables sur lesquelles on les voit apparaître sur les deux parois de la gorge de la Romanche ; il y a lieu de citer notamment les filons de chalcopyrite à gangue quartzeuse de Riftord (rive droite) et de Combe de Courbette (rive gauche) le filon de Pontlong (rive droite) (avec galène, blende, etc.)

Dans le Briançonnais, je citerai un gisement de chalcopyrite et de panabase, au Chardonnet, des filonnets des mêmes minéraux près du col de Christoul, au-dessus de la Salle.

Dans le Valgodemar, se trouvent divers filons de chalcopyrite à gangue quartzeuse [l'Échaillon (avec pyrite), la Motière], en relation avec des spilites, elles-mêmes en contact avec les calcaires liasiques. Il existe aussi un filon de ce minéral dans un lambeau liasique pincé par le gneiss sous le glacier descendant du col du Loup et de la montagne des Jarroux (Garroux).

Alpes-Maritimes. Les gisements des environs de Puget-Thénier (le Cérisier, etc.), renferment de la chalcopyrite.

Drôme. Un filon de chalcopyrite à gangue de barytine et de sidérose a été trouvé dans le lias de Propiac près le lieu dit La Jalaye (Stobieski. *B. S. G.* II. 40. 1844). La chalcopyrite est associée à la chessylite.

Maures. — *Var.* La chalcopyrite se trouve en petite quantité dans la partie très quartzeuse et pauvre du filon des Bormettes (voir à *blende*) ; elle accompagne la panabase à Notre-Dame-des-Maures.

Les mines de Vidauban et du cap Garonne près Toulon renferment de la chalcopyrite, associée à de la galène, de la panabase, dans des grès quartzeux blancs de la base du trias (gîte d'imprégnation).

Corse. — La chalcopyrite accompagne la panabase dans de nombreux gisements de contact (schistes éocènes au contact de gabbros et de serpentine), et notamment dans les suivants : Castifao, Moltifao Ponte-Leccia, Soveria, Corte (et principalement sur le versant sud du col de San-Quilico), Linguizetta, vallées de la Casaluna et de la Navaccia ; Focicchia, Erbajolo, etc.; on la trouve encore dans les schistes de Vezzani (avec pyrite), dans ceux d'Argentella.

Algérie. — *Constantine.* Des filons cuprifères sont exploités sur la frontière tunisienne, à environ 12 km. à l'est de la Calle, à Kef-Oum-Theboul. Ils traversent des marnes et des grès tertiaires ; leur remplissage est de la chalcopyrite, de la pyrite, de la blende, de la galène argentifère et aurifère avec une gangue de quartz et de barytine. Les minerais sont intimement mélangés et ne se présentent pas en cristaux distincts ; la pyrite est antérieure à la chalcopyrite et celle-ci à la blende. Dans le gîte, la teneur en argent diminue avec la profondeur.

Il existe un certain nombre de gisements cuprifères aux environs de

Bône ; ceux d'Aïn-Barbar renferment de la chalcopyrite et de la blende (voir à *blende*) dans une gangue quartzeuse ; ils traversent l'éocène supérieur ; ceux de Mellaha renferment les mêmes minéraux, mais sont dans les schistes cristallins.

Aux environs de Philippeville, à l'Oued Meçadjet, des filons de chalcopyrite ont été autrefois exploités dans les schistes éocènes ; ils renferment divers minéraux cuprifères : oligiste, pyrite, galène, blende.

La chalcopyrite se trouve dans les filons de Jemmapes [Ras-Pharaoun (avec panabase et galène), Souk-es-Sebt (avec oligiste), Oued Goudi (avec chalcosite)] et dans ceux des environs de Khenchela [Bled-el-Hammam (avec panabase)], des environs de Collo [Cheraïa, Achaïchs], de Bougie (Igzer-el-Bghall), etc.

Alger. De nombreux filons cuprifères se rencontrent dans le miocène des environs de Tenès (Djebel-Hadid, Sidi-Bou-Aïssi, Oued Bou-Hallou, Oued Allelah, Oued Taffilès, Cap Ténès). La chalcopyrite y est associée à la sidérose et à l'ankérite. Les trois dernières mines ont été concédées, mais celle de l'Oued Allelah a été seule exploitée jusqu'en 1858. Elle a fourni de magnifiques échantillons de chalcopyrite cristallisée.

Ils sont constitués par la réunion d'un nombre considérable de cristaux, le plus souvent enchevêtrés et difficiles à isoler, mais au milieu desquels se rencontrent çà et là des cristaux très distincts atteignant souvent près de $0^{cm}8$; les faces sont simples $\pm$ 1/2 $b^{1/2}$, avec parfois $a^{1/2}$ (201) et a^1 (101), p (001) (fig. 7). Ils sont presque toujours maclés par accolement ou par pénétration et présentent de nombreuses macles (fig. 5 et 6).

Fig. 7.
Chalcopyrite.

Les cristaux de ce genre se groupent parfois en très grand nombre à axes plus ou moins parallèles pour former le squelette de grands cristaux ayant plusieurs centimètres de diamètre.

La chalcopyrite de l'Oued Allelah est souvent superficiellement irisée et recouverte de rhomboèdres contournés d'ankérite ou de sidérose. Parfois c'est elle qui est implantée sur ces mêmes minéraux.

Dans les environs de Milianah (Aïn-Kerma, Aïn-Soltan, Oued Adelia Hammam Rhir), la chalcopyrite forme dans le miocène des nodules ou des amas à gangue de calcite ou de sidérose ; elle est associée à de la

mélaconite, de la malachite, etc. ; aucun de ces gisements n'a été exploité.

C'est encore dans une gangue de calcaire, d'ankérite, de sidérose et de quartz que se trouvent les mines abandonnées de l'Oued Merdja et de l'Oued Kebir, au sud de Blidah ; ces filons se trouvent dans le crétacé. A l'Oued Bouman et à l'Oued Ouradzgea, la chalcopyrite et la panabase se rencontrent en nodules ou en filonnets dans des filons d'hématite qu'encaisse le cénomanien.

Oran. Des recherches ont été faites sur des filons de chalcopyrite à Abla, au sud-est de Lalla-Maghnia (avec galène et blende) et au Djebel-Mzaïta à l'ouest d'Oran. La chalcopyrite compacte accompagne la galène, la malachite à Gar Rouban (30 km. S.-O. de Lalla-Maghnia).

Nouvelle-Calédonie. — La pointe nord de l'île est assez riche en gisements métallifères. D'après M. Pelatan (*Génie civil* 1892), ceux-ci se rencontrent, soit à l'état d'amas intercalés dans des micaschistes, soit en filons recoupant les phyllades et les schistes ardoisiers qui leur sont superposés. Ils présentent des remplissages à gangue quartzeuse, avec des sulfures et particulièrement de la chalcopyrite, associée à de l'érubescite, de la chalcosite, de la covellite, de la pyrite; ils sont souvent parcourus par des veinules de galène et de blende. Ces gisements sont probablement subordonnés à des diabases.

Les mines les plus anciennement exploitées sont celles de Balade près d'Onegoa (versant droit du Diahot); celles qui fournissent actuellement les échantillons rapportés en France sont celles de Pilou, au nord-ouest de la mine de Meretrice, qui a produit beaucoup de minéraux intéressants. Les produits de ces deux mines arrivent généralement mélangés en Europe.

J'ai observé (*B. S. M.* XVII. 49. 1894) les minéraux suivants parmi les produits de ces diverses mines. Ils seront étudiés à leurs articles respectifs.

Mine de Balade : chalcopyrite, chalcosite, pyrite, cuivre natif, cuprite, chessylite, malachite.

Mine Pilou : chalcopyrite, érubescite, chalcosite, covellite, galène, chessylite, malachite, linarite, anglésite, cérusite, buratite, atacamite, cuivre natif, cuprite.

Mine Mérétrice : galène, blende, chalcopyrite, argent natif, anglésite, cérusite, pyromorphite, barytine.

Les minéraux oxydés de ces diverses mines sont généralement englobés dans de la limonite terreuse ou caverneuse.

La chalcopyrite est rarement cristallisée (1/2 $b^{1/2}$), maclée et accompagnée de quartz. Le plus souvent, elle forme des masses compactes jaune de laiton, irisées superficiellement.

3° *Dans les sources thermales.*

La chalcopyrite se trouve dans diverses sources thermales chlorurées et sulfatées où elle résulte de l'action sur des monnaies romaines de sulfures produits par réduction des sulfates dissous dans l'eau. Elle constitue seulement des enduits à la surface d'autres sulfures (chalcosite) ou sulfoantimoniures (*panabase*).

Flandre. — *Nord*. On trouve la chalcopyrite dans de semblables conditions dans la mer de Flines [voir à *chalcosite*].

Pyrénées. — *Haute-Garonne*. Daubrée a signalé (*B. S. G.* XIX. 529. 1862) la formation de chalcopyrite aux dépens de monnaies romaines trouvées dans la source thermale de Bagnères-de-Bigorre.

Plateau central. — *Allier*. D'intéressants minéraux secondaires ont été observés par M. de Gouvenain (*C. R.* LXXX. 129. 1875) au cours de travaux de captage de la source chlorurée sodique (52° C.) de Bourbon l'Archambault, émergeant au milieu du granite. Des monnaies romaines de Licinius et de Constance Chlore sont recouvertes d'une carapace de sulfures ou même sont entièrement épigénisées par ceux-ci. Au centre, se trouve de l'érubescite et à la périphérie de la chalcopyrite ; parfois à la limite de séparation de ces deux minéraux s'observent de petites lames de célestite. Dans la même fouille, on a extrait un fragment de fer métallique recouvert de pyrite et de petits cristaux de sidérose.

Champagne. — *Haute-Marne*. La chalcopyrite en petites masses cristallines et en enduits est un des minéraux formés aux dépens des monnaies romaines trouvées dans les thermes de Bourbonne-les-Bains (voir à *panabase*).

4° *Dans les produits d'usines.*

M. Gonnard a trouvé de petits enduits de chalcopyrite dans des creusets d'une cristallerie de Lyon; elle y moulait des cristaux de galène (voir page 508).

GROUPE DE LA ZINKENITE

Ce groupe renferme un certain nombre de minéraux orthorhombiques dont les types les plus communs : zinkenite, emplectite, berthiérite, se rencontrent plus souvent sous la forme fibreuse qu'en cristaux distincts.

Ce sont les espèces suivantes :

Zinkenite......	Pb S,	$Sb^2 S^3$
**Sartorite.......*	Pb S,	$As^2 S^3$
**Emplectite .....*	Cu^2 S,	$Sb^2 S^3$
**Chalcostibite ...*	Cu^2 S,	$Sb^2 S^2$
**Galenobismutite*	Pb S,	$Bi^2 S^3$
Berthiérite.....	Fe S,	$Sb^2 S^3$
**Mathildite .....*	Ag^2 S,	$Bi^2 S^3$

Quant à la *miargyrite* qui possède la même formule (Ag^2 S, $Sb^2 S^3$), elle est monoclinique.

La zinkenite et la berthierite sont les seules espèces dont j'ai à m'occuper.

ZINKENITE

Pb S, $Sb^2 S^3$

Orthorhombique : $mm = 121°43'$.

$b : h = 1000 : 554{,}874$. $D = 873{,}404$. $d = 486{,}923$.

[$a : b : c = 0{,}5575 : 1 : 0{,}6353$ (G. Rose)]

Formes et faciès. La zinkenite ne se trouve pas en cristaux distincts à Pontgibaud ; elle y a été rencontrée seulement en masses fibreuses, ou columnaires compactes.

Clivages. Pas de clivage net. Cassure inégale.

Dureté. 3 à 3,5.

Densité. 5,3 à 5,35.

Coloration et éclat. Gris d'acier. Éclat métallique. Opaque.

Composition chimique. La formule Pb S, $Sb^2 S^3$ correspond à la composition suivante :

S......	22,3
Sb.....	41,8
Pb.....	35,9
	100,0

Une petite quantité de l'antimoine peut être remplacée par de l'arsenic.

Propriétés pyrognostiques. La zinkenite fond très facilement en décrépitant. Dans le tube fermé, elle donne un sublimé de soufre et de kermès. Dans le tube ouvert, elle donne des vapeurs sulfureuses et un sublimé blanc d'acide antimonieux. Au chalumeau, elle peut être presque entièrement volatilisée, il se forme un enduit, jaune foncé sur le bord de l'essai, blanc à l'extérieur (Pb). Avec la soude, au feu réducteur, elle fournit un globule de plomb.

Soluble dans l'acide chlorhydrique chaud, avec dégagement d'hydrogène sulfuré et dépôt de chlorure de plomb par refroidissement.

Diagnostic. La zinkenite et les autres sulfoantimoniures de plomb, décrits plus loin, se distinguent de la stibine par le résidu de chlorure de plomb qu'ils donnent à froid après traitement par l'acide chlorhydrique, ainsi que par les réactions du plomb au chalumeau. Ils se distinguent les uns des autres par leur densité d'autant plus grande que la teneur en Pb S est plus élevée ; enfin leur couleur est une bonne indication.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Des recherches ont été faites à Peschadoire près Pontgibaud sur un filon quartzeux renfermant un sulfoantimoniure qui, d'après M. Gonnard (*B. S. M.* V. 49. 1882), contient 45 °/₀ d'antimoine et 0.5 °/₀ d'argent.

Le minéral en masses d'un gris d'acier est altéré en bleiniérite, jaune brun à brun châtaigne, à éclat résineux.

Vosges. — *Belfort.* Des recherches récentes faites à Auxelles près Giromagny ont fait découvrir un sulfoantimoniure de plomb en apparence assez homogène, d'un gris bleuâtre, que je n'ai pu purifier ; il

est en effet intimement mélangé à de la blende lamellaire et englobé par de la calcite et du quartz : l'examen microscopique montre que ces deux minéraux sont beaucoup plus abondants que ne le fait supposer l'examen à l'œil nu. Je rapporte, sous toutes réserves, ce minéral à la zinkenite.

Gisement douteux.

La collection de Strasbourg renferme un échantillon étiqueté zinkenite de Corbières (Aude) (Groth. *Miner. Samml. Strassburg.* 58). Il est possible que cet échantillon ne soit autre chose que la stibine de La Scorbe (Hérault), citée page 450. J'ai, en effet, trouvé ce minéral dans diverses collections, étiqueté sous le nom de zinkenite de La Scorbe, dans les Corbières (Aude). Si le minéral en question est bien de la zinkenite, il est possible qu'il provienne des filons plombeux de Corbières (*Aveyron*), mais je n'ai pas connaissance que l'on y ait trouvé de zinkenite.

La même collection renferme, avec la même indication de gisement, un échantillon étiqueté *plagionite* (*id.* 59) qui se prête aux mêmes observations.

BERTHIÉRITE

$Fe\,S, Sb^2\,S^3$

Orthorhombique ?

Formes et faciès. La berthiérite ne se rencontre pas en cristaux distincts ; elle forme des fibres très allongées, des masses constituées par des aiguilles entrelacées ou enfin des masses finement grenues.

Clivages. Clivage difficile faisant partie de la zone d'allongement des fibres.

Dureté. 2 à 3.

Densité. 4 à 4,3.

Coloration et éclat. Noir ou gris d'acier. Éclat métallique. Par exposition à l'air le minéral se ternit, noircit, puis prend des irisations superficielles. Opaque.

Composition chimique. Les berthiérites du Plateau Central semblent

ne pas avoir toutes la même composition, aussi Nordenskiöld a-t-il proposé de les désigner sous des noms différents : *anglarite*, *chazellite* et *martourite* (*Atom. Chem. Miner. System.* 1848).

a) Composition théorique correspondant à la formule FeS, Sb^2 S^3 (*anglarite*).

b) Analyse de la berthiérite (*anglarite*) d'Anglar (*Creuse*) par Berthier (*A. M.* III. 49. 1833), déduction faite de 70 °/₀ de gangue.

c) Composition théorique correspondant à la formule 3 Fe S, 3 Sb^2 S^3 (*chazellite*).

d) Analyse de la berthiérite (*chazellite*) de Chazelle (*P. de D.*) par Berthier (*A. P. C.* XXXV. 351. 1827).

e) Composition théorique correspondant à la formule 3 Fe S, 4 Sb^2 S^3 (*martourite*).

f) Analyse de la berthiérite (*martourite*) de Martouret (*P. de D.*) par Berthier (*A. M.* III. 49. 1833) déduction faite de 60°/₀ de gangue.

	a)	b)	c)	d)	e)	f)
S.......	30,2	30,0	30,8	30,3	29,9	29,81
Sb	56,6	57,7	51,3	52,0	59,7	60,21
Fe	13,2	12,3	17,9	16,0	10,4	9,98
Zn	»	»	»	0,3	»	»
	100,0	100,0	100,0	98,6	100,0	100,00

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, fond en donnant un sublimé de soufre ; à haute température, fournit un sublimé de kermès noir à chaud, brun rouge à froid. Dans le tube ouvert, le minéral donne les mêmes réactions que la stibine.

Au chalumeau, sur le charbon, la berthiérite donne les fumées sulfureuses et antimoniales avec enduit blanc ; il reste une scorie noire magnétique, présentant les réactions du fer. Facilement soluble dans l'acide chlorhydrique avec dégagement d'hydrogène sulfuré. Décomposée par l'acide azotique avec résidu d'acide antimonique, la couleur jaune de ce résidu est d'autant plus foncée que la teneur en fer du minéral est plus élevée.

Diagnostic. La berthiérite se distingue de la stibine par le résidu jaune qu'elle laisse par évaporation de la liqueur d'attaque par l'acide azotique, la stibine donnant un résidu blanc d'acide antimonique, et par la scorie noire magnétique qu'elle abandonne sur le charbon après volatilisation de l'antimoine.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La berthiérite est un minéral des filons concrétionnés, qui a été trouvé pour la première fois dans les gisements auvergnats suivants :

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. La berthiérite fut découverte, en 1827, par Berthier (*A. M.* XXXV. 351. 1827), à Chazelle; il la décrivit sous le nom d'*haidingerite*. La même année, Haidinger désigna la nouvelle espèce sous le nom de *berthiérite*, en l'honneur du minéralogiste français qui venait de le décrire (*Edinb. J. of. Sc.* VII. 353. 1827). On a vu plus haut que Nordenskiöld l'a appelée *chazellite*.

Elle constitue des masses confusément lamellaires, mêlées de quartz, de calcite ferrifère, de blende et de cubes de pyrite.

Le même minéral a été trouvé par Berthier dans la mine de Martouret (*A. M.* III. 49. 1833). La composition centésimale n'étant pas exactement la même que pour le minéral de Chazelle, Nordenskiöld l'a désignée sous le nom de *martourite*. Ce minéral paraît homogène comme sulfoantimoniure, mais il est très mélangé de quartz. Il est constitué par des fibres parallèles ; la cassure transversale est grenue, presque mate, la couleur est le gros bleu, moins vif que dans la stibine.

Creuse. Le nom d'*anglarite* a été donné par Nordenskiöld à la *berthiérite* d'Anglar, analysée par Berthier. D'après celui-ci, dans les filons d'Anglar, les parois sont formées par de la pyrite compacte, puis vient la berthiérite ; enfin, le centre du filon est constitué par de la stibine pure, renfermant des nids de berthiérite. Celle-ci est d'un gris de fer bronzé, à cassure grenue fibreuse et à fibres minces parallèles et serrées, tandis que la stibine pure est d'un gris bleu à grandes lames allongées, éclatantes et lamellaires.

Loire. Des blocs de berthiérite ont été trouvés dans les champs près de Saint-Héand (Grüner. *Descript. géol. de la Loire*. 259. 1857) : le gisement en place n'a pas été observé.

Vosges. — [*Alsace*]. Daubrée a signalé la berthiérite dans les filons de Honilgoutte en Lalaye (*Descript. géol. du Bas-Rhin*. 303. 1852); ce minéral est un peu arsenical et zincifère. Les échantillons de ce gisement, légués par Daubrée au Muséum, sont formés par des aiguilles à surface irisée, engagées dans le quartz.

GROUPE DE LA FREIESLEBENITE

Le groupe de la freieslebenite ne comprend que trois minéraux, dont l'un était jusqu'à présent rattaché au groupe de la bournonite. M. Sjögren vient de faire voir (*Geol. Forening. Stockholm.* XIX. 153. 1897) que la composition chimique de la boulangérite est représentée, non par la formule (3 PbS, $Sb^2 S^3$), mais par celle donnée plus loin ; la mesure des cristaux a montré en outre que la forme se rapprochait de celle de la diaphorite.

Deux des minéraux de ce groupe sont orthorhombiques et isomorphes (*boulangérite, diaphorite*), le troisième, la *freieslebenite*, est monoclinique.

Boulangérite	5 PbS, 2 $Sb^2 S^3$
* *Diaphorite*	5 (Pb, Ag^2), 2 $Sb^2 S^3$
* *Freislebenite*	5 (Pb, Ag^2), 2 $Sb^2 S^3$

La boulangérite seule a été rencontrée en France.

BOULANGÉRITE

5 Pb S, 2 $Sb^2 S^3$

Orthorhombique : $m\,m = 122^\circ\ 8'$.
$b : h = 1000 : 654{,}486.$ $D = 875{,}214.$ $d = 483{,}732.$
$[a : b : c = 0{,}5527 : 1 : 0{,}7478$ (Sjögren)].

Formes et faciès. La boulangérite des gisements français forme des masses fibreuses, plumeuses, granulaires ou compactes.

Dureté. 2,5 à 3.

Densité. 5,97 (Molières) à 6,18.

Coloration et éclat. Gris de plomb bleuâtre, se ternissant rapidement par exposition à l'air. Opaque.

Composition chimique. La composition théorique correspondant à la formule 5 Pb S, 2 $Sb^2 S^3$ est donnée en *a*).

b) Analyse de la boulangérite de Molières, par Boulanger (*A. M.*

VII. 575. 1835) déduction faite de 5,6 °/₀ de pyrite et de 0,6 °/₀ de quartz.

	a)	b)
S......	18.88	18,5
Sb.....	25,75	25,5
Pb.....	55,37	53,9
Fe......	»	1,2
Cu.....	»	0,9
	100,00	100,00

Essais pyrognostiques. Comme pour la zinkenite (p. 690).

Altérations. La boulangérite s'altère très facilement à l'air; elle se ternit, puis se couvre de taches ou d'un enduit régulier jaune de *bleiniérite* (voir tome III).

Diagnostic. (Voir à *zinkenite*).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Cévennes. — *Gard.* Ce minéral a été découvert en 1835, à Molières (près le Vigan) et a été décrit par Boulanger sous le nom de *sulfure double d'antimoine et de plomb* (*A. M.* VII. 575. 1835). Son nom actuel lui a été donné par Thaulow (*P. A.* XLI. 216. 1837). Ce minéral forme des masses cristallines à cassure fibreuse et contournée d'un gris bleuâtre à éclat métallique. Il est recouvert de taches de limonite et d'enduits jaunes de bleiniérite. La gangue est constituée par du quartz et de la pyrite.

Ce minéral a été indiqué autrefois comme abondant à Molières ; je n'ai pu m'en procurer.

Puy-de-Dôme. Peut-être est-ce à la boulangérite qu'il y a lieu de rapporter le sulfure de plomb antimonifère en lames rayonnées, signalé par Fournet (*Ann. scient. d'Auvergne.* 1882) dans un filon de sidérose de Tortebesse près Bourg-Lastic, à Joursat et au Cros-en-Vollore-Ville. Je n'ai pu examiner aucun échantillon de ces divers gisements.

GROUPE DE LA JAMESONITE

Parmi les minéraux de ce groupe, un seul, la jamesonite, se rencontre en France : tous sont orthorhombiques et, sauf la dufrénoysite, se présentent plus souvent en masses compactes ou fibreuses qu'en cristaux distincts. Ces minéraux sont les suivants :

**Dufrénoysite* . . .	$2\,PbS, As^2\,S^3$
**Cosalite*.	$2\,PbS, Bi^2\,S^3$
**Schapbachite*. . .	$2\,(Pb, Ag^2)\,S, Bi^2\,S^3$
Jamesonite.	$2\,PbS, Sb^2\,S^3$
**Kobellite*	$2\,PbS, (Bi, Sb)\ 2\,S^3$

Il faut ajouter la **brongniardite* [$2\,(Ag^2, Pb)S, Sb^2\,S^3$] qui est cubique.

JAMESONITE

$2\,PbS, Sb^2\,S^3$

Orthorhombique. $m\,m = 101°\,20'$
[$a : b = 0{,}915 : 1$]

Faciès. La jamesonite forme des aiguilles souvent capillaires (*plumosite, antimoine sulfuré capillaire*), des masses fibreuses, fibrolamellaires, compactes.

Clivages. Clivage p (001) parfait, m (110) et g^1 (010) moins faciles. Cassure inégale et conchoïde.

Dureté. 2 à 3. Fragile.

Densité. 5,5 à 6.

Coloration et éclat. Gris d'acier à gris de plomb. Poussière gris noir. Opaque.

Composition chimique. La formule $2\,PbS, Sb^2\,S^3$ correspond à la composition *a*). Il existe souvent un peu de fer, d'argent. *b*) analyse de la jamesonite de Pontvieux près Tauves (déduction faite de 23,5 0/0 de pyrite et de 20 0/0 de quartz, par Berthier (*A. M.* XV. 634). Il existe,

en outre, une petite quantité d'argent aurifère. Cette composition est intermédiaire entre celle de la jamesonite et celle de la plagionite, mais le minéral est trop impur pour qu'il soit possible d'en tirer une conclusion certaine.

	a)	b)	c)
S....	19,7	20,7	21,5
Sb...	29,5	34,8	37,8
Pb...	50,8	44,5	40,7
	100,0	100,0	100,0

Le même minéral a été étudié par Baudin qui y a trouvé (minéral compact) 0,00026 0/0 d'argent et 0,00007 d'or.

Essais pyrognostiques et diagnostic. Voir à *zinkenite*.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Bretagne. — *Finistère*. Grâce à l'obligeance de M. Dorlodot d'Armont, j'ai pu examiner des échantillons provenant d'une recherche récente faite à Kervoal en Huelgoat. Ils renferment de la jamesonite en fines aiguilles d'un beau noir de fer, remplissant de leurs groupements délicats tous les interstices d'un quartz blanc laiteux en cristaux enchevêtrés. La zinkenite est associée à de la blende.

Corbières. — *Hérault*. M. Damour possède dans sa collection un échantillon de jamesonite fibrocompacte de la mine de la Bouisso (La Boussole) en Avesne, associée à de la calcite, du quartz et de la pyrite.

Aveyron. Boisse a signalé ce même minéral à las Parets (côte de la Graillerie près Millau), dans un calcaire magnésien.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. La jamesonite a été trouvée au Pont-Vieux en Tauves et des recherches ont été faites à diverses reprises sur les filons à gangue quartzeuse dans lesquels la jamesonite forme des masses compactes ou fibreuses. Dans les échantillons que m'a remis M. Bouhard, la jamesonite constitue de petites masses fibrolamellaires intimement mélangées à du quartz et à de la pyrite et souvent à de la stibine.

GROUPE DE LA BOURNONITE

La composition des minéraux du groupe de la bournonite est représentée par la même formule générale que celle des argents rouges étudiés plus loin 3 RS, $(Sb, Bi, As)^2 S^3$; tous paraissent orthorhombiques, mais la bournonite est la seule de ces espèces qui soit nettement cristallisée. Les minéraux dont les noms sont marqués d'une * ne se trouvent pas dans les gisements français[1].

Bournonite . .	$3\,(Pb, Cu^2)\,S, Sb^2\,S^3$
**Stylotypite* . .	$3\,(Cu^2, Ag^2, Fe)S, Sb^2\,S$
**Wittichenite* .	$3\,Cu^2\,S, Bi^2\,S^3$
Aikinite	$3\,(Pb, Cu^2)\,S, Bi^2\,S^3$
**Lillianite*	$3\,PbS, (Bi, Sb)^2\,S^3$

BOURNONITE

$3\,(Pb, Cu^2)\,S, Sb^2\,S^3$

Orthorhombique. $mm = 93°\,40'$

$b : h = 1000 : 654,141$. $D = 729,368$, $d = 684,123$.

$[a : b : c = 0,93797 : 1 : 0,89686$ (Miller)$]$

Macles. Macles suivant m (110) très souvent répétées, avec plans de jonction parallèles ou perpendiculaires à cette face : elles donnent des assemblages cruciformes. Il existe aussi, fréquemment, dans les cristaux des lames hémitropes.

Formes observées. p (001); h^1 (100), g^1 (010), m (110), h^7 (430), $h^{7/2}$ (950), h^3 (210), h^2 (310), g^7 (340), $g^{11/5}$ (380), g^3 (120), g^2 (130), $g^{5/3}$ (140), $g^{3/2}$ (150), $g^{7/5}$ (160) [et peut être g^5 (230), g^{15} (780)];

a^2 (102), $a^{4/3}$ (304), a^1 (101), $a^{3/2}$ (203); $e^{4/3}$ (034), $e^{3/2}$ (023), e^1 (011), $e^{2/3}$ (032), $e^{1/3}$ (031);

1. Voir page 695 pour la boulangérite.

b^1 (112), $b^{3/4}$ (223), $b^{2/3}$ (334), $b^{1/2}$ (111), $b^{2/5}$ (554), $b^{1/4}$ (221).

$s = (b^1\ b^{1/11}\ g^{1/8})$ (568), $e_{1/2}$ (134), $z = (b^{1/7}\ b^{1/4}\ h^{1/2})$ (11.3.4), a_3 (211); $e_3 = (b^1\ b^{1/3} g^1)$ (121)[1].

Les abréviations T et Lx indiquent les angles mesurés par M. Termier et par moi-même sur les cristaux de Peychagnard et de Ceilhes.

	Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés	Angles mesurés
mm	93°40′		$p\ a^{3/4}$	144°21′		$m\ e^1$	117°11′	117° 8′ Lx
$m\ h^1$	136°50′	136°58′ T	$p\ a^1$	154°27′	154°40′ Lx	$h^1\ a_3$	144°55′	
$h^1\ h^7$	144°53′	145°23′ T	$p\ e^{4/3}$	164° 4′	146°24′	$h^1\ b^{1/2}$	125°27′	125°24′ Lx
$h^1\ h^5$	147°59′	147°40′ Lx	$p\ e^{3/2}$	149° 7′		$b^{1/2}\ e^1$	144°33′	144°35′ Lx
$h\ h^{7/2}$	152°29′		$p\ e^1$	138° 7′	138°10′ Lx	$g^1\ e_3$	142°21′	
$h^1\ h^3$	154°52′	154°30′ T	$p\ e^{2/3}$	126°37′	127°12′ T	$g^1\ b^{1/2}$	122°57′	122°50′ Lx
$h^1\ h^2$	162°38′	162° 6′ T	$p\ e^{1/3}$	110°23′		$b^{1/2}\ a^1$	147° 3′	147° 2′ Lx
$m\ g^1$	133°10′	133° 9′ Lx	$p\ b^1$	146°45′	146°40′ Lx	$h^1\ z$	155°23′	155°11′ T
$g^1 g^{15}$	136°56′		$p\ b^{3/4}$	138°51′		$h^1\ b^{2/3}$	120°46′	120°11′ T
$g^1\ g^7$	141°21′	141° Lx	$p\ b^{2/3}$	135°29′		$h^1\ s$	116°32′	
$g^1\ g^5$	144°36′		$p\ b^{1/2}$	127°20′	127° 9′ Lx	$h^1\ e_{1/2}$	101°13′	
$g^1\ g^3$	151°56′	151°59′ Lx	$p\ b^{2/5}$	121°23′	121°30′ Lx	$h^1\ e^{4/3}$	90°	
$g^1\ g^{11/2}$	158°13′		$p\ b^{1/4}$	110°52′	111° 5′ Lx	$s\ e^{4/3}$	153°28′	153° 5′ à 154°
$g^1\ g^2$	160°26′	160°20′ Lx	$p\ s$	137°55′	137°58′ T	$s\ e_{1/2}$	164°41′	165°23′
$g^1\ g^{5/3}$	165° 4′		$m\ a_3$	149°15′				
$g^1\ g^{3/2}$	167°56′	167°45′ Lx	$m\ a^1$	120°16′	120°24′ Lx	$a^{3/2}\ s$	149°55′	150°45′
$g^1 g^{7/5}$	169°55′		$a^1\ b^1$	151°44′	151°40′ Lx	$s\ h^{7/2}$	128°42′	128°52′
$p\ a^2$	154°27′	154°40′ Lx	$b^1\ e^1$	150°48′	150°40′ Lx	$a^{3/2} h^{7/2}$	118°32′	119° 3′
$p\ a^{3/2}$	147°29′	147°32′ T	$m\ e_3$	148°10′				

Faciès des cristaux. Les cristaux de bournonite, souvent compliqués par des macles se rapportent à divers types, les uns sont aplatis suivant la base, les autres un peu ou très allongés suivant l'axe vertical. Les cristaux aplatis suivant la base offrent eux-mêmes diverses variétés d'aspect, suivant que les faces de la zone prismatique existent ou n'existent pas ; ils peuvent être allongés suivant l'axe a ou suivant l'axe b.

Les faces prismatiques sont généralement très cannelées parallèlement à l'axe vertical. La bournonite se présente aussi en masses compactes ou grenues.

Dureté. 2,5 à 3. Cassure conchoïdale ou inégale.

Densité. 5,7 à 5,9; 5,78 (Peychagnard).

1. Voir page 705 pour l'indication de quelques autres formes trouvées par M. Gonnard au moment du tirage de cette feuille.

Coloration et éclat. Gris d'acier à gris de plomb noirâtre, noir de fer. Éclat métallique très brillant. Opaque.

Composition chimique. La formule 3 (Pb, Cu^2)S, Sb^2 S^3) correspond à la composition donnée en *a*).

b) Analyses de la bournonite d'Alais, par Dufrénoy (*A. M.* X. 371. 1836).

c) de Peychagnard, par M. Pisani (*B. S. M.* XIX. 102; 1897).

d) des Bormettes, par M. Fonteilles (*Notice sur la mine de Bormettes.* Marseille. 1895).

	a)	*b*)	*c*)	*d*)
S....	19,8	19,4	20,2	20,15
Sb...	24,7	29,4	24,7	24,54
Pb...	42,5	38,9	40,0	41,83
Cu...	13,0	12,3	13,7	13,48
	100,0	100,0	98,6	100,00

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, décrépite et donne un enduit rouge foncé d'oxyde de fer et d'antimoine. Dans le tube ouvert, donne des vapeurs sulfureuses et un enduit blanc d'acide antimonique. Au chalumeau, facilement fusible en donnant tout d'abord un enduit blanc d'acide antimonique, puis un enduit plombifère jaune. Le résidu réduit par la soude fournit un globule de cuivre. La bournonite est décomposée par l'acide azotique, elle laisse une solution bleue et un résidu blanc contenant à la fois de l'antimoine et du plomb.

Altérations. La bournonite s'altère avec grande facilité en donnant le plus généralement des produits jaunes, marbrés de vert qui sont en partie formés par de la bleiniérite, mélangée de malachite. La transformation s'effectue souvent sans que les faces des cristaux perdent leur netteté; quand elle est presque complète, le minéral non altéré reste en grains au milieu des produits secondaires.

Diagnostic. La forme de la bournonite est caractéristique de ce minéral; les variétés compactes ou grenues ne peuvent guère être distinguées des variétés plombifères de panabase que par des essais quantitatifs destinés à mettre en évidence une grande quantité de plomb.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La bournonite est un minéral filonien qui accompagne généralement la galène, parfois la blende, la pyrite, la panabase, les minerais d'argent, etc.

Corbières. — *Hérault et Aveyron.* De nombreux filons métallifères, aujourd'hui inexploités, se trouvent à la limite des départements de l'Hérault et de l'Aveyron, à Ceilhes (filon de la Barre), à Avesne (filon de la Bouisso, désigné inexactement dans quelques collections sous le nom de filon de la Boussole) (*Hérault*) et à Corbières (*Aveyron*). Les beaux cristaux de bournonite de ces gisements, engagés dans la barytine lamellaire, sont quelquefois indiqués comme provenant de Mourgis ; le Grand Mourgis est une montagne dont le signal se trouve sur la limite des deux départements. La bournonite de la Bouisso est associée à de la blende et de la calcite.

Les cristaux de ces gisements présentent toujours les formes p (001), m (110), h^1 (100), g^1 (010), souvent accompagnés de : a^2 (102), a^1 (101), e^1 (011) ; b^1 (112), $b^{1/2}$ (111), et parfois de $b^{2/5}$ (554), $b^{1/4}$ (221), et de divers prismes, h^3 (210), h^2 (310), g^7 (340), g^3 (120), $g^{3/2}$ (150), g^2 (130) ;

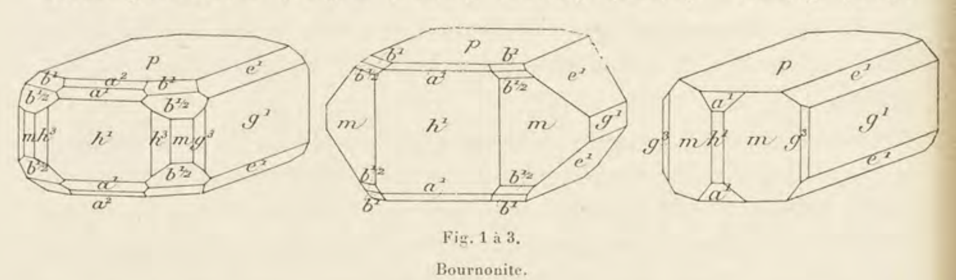


Fig. 1 à 3.
Bournonite.

les fig. 1 à 3 représentent respectivement, d'après M. Schrauf, des cristaux de bournonite de Redruth, de Nagyag et de Neudorf, elles montrent les divers aspects des cristaux provenant des gisements qui nous intéressent : quand ils sont allongés, l'allongement se produit soit suivant $p\,h^1$ (fig. 2), soit suivant $p\,g^1$ (fig. 3). Ces cristaux atteignent 1^{cm} de plus grande dimension. Les macles suivant m (110) y sont fréquentes et souvent complexes.

La bournonite a été rencontrée dans divers autres filons de la même

région (Lastiouses, Puy de Rostes), ainsi que loin de la montagne Noire dans le Rouergue aux environs de Villefranche (Cantagrel, la Baume) dans des filons quartzeux et barytiques qui ont été exploités pour galène, blende, etc. Enfin, Dufrénoy l'indique (*Minéral.* III. 239. 1856) à Cransac.

Cévennes. — *Gard.* Les mines de galène des environs d'Alais ont fourni jadis de la bournonite. Dufrénoy a décrit et analysé (*A. M.* X. 371. 1836) les cristaux trouvés par Brard à la mine de Cendras. M. Miers a fait remarquer dans son mémoire sur la bournonite (*Miner. Magazine*) que les angles donnés par cet auteur sont difficilement intelligibles ; il est probable que les faces qu'il signale sont p m h^1 a^1 b^1 $b^{1/2}$.

La collection du Muséum possède plusieurs échantillons de ce gisement. Les cristaux de bournonite, implantés sur du quartz avec de la pyrite, sont très altérés, fendillés ; leurs faces sont noires, ternes et terreuses, les mesures au goniomètre d'application sont seules possibles. Le type le plus fréquent est celui de la figure 4 et paraît correspondre aux cristaux étudiés par Dufrénoy ; les formes que j'y ai observées sont p (001), a^1 (101), e^1 (011), b^1 (112), $b^{1/2}$ (111). Quelques petits cristaux ont la forme de tablettes rectangulaires exclusivement constituées par p (001), a^1 (101) et e^1 (101).

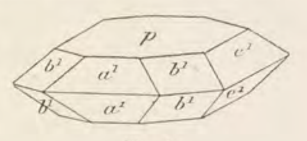


Fig. 4.
Bournonite (type commun).

Le même minéral a été aussi rencontré à la mine de Mercoirol près Alais (filon de Rouvergue) ; l'échantillon que j'ai examiné renferme des cristaux d'un centimètre environ ; ils présentent des macles très répétées avec les faces p (001), a^1 (101), e^1 (011), b^1 (112), $b^{1/2}$ (111) ; les faces sont assez brillantes. Ils sont associés à de la dolomie et à de la barytine dans une géode quartzeuse.

D'après une indication que M. Miers a bien voulu me donner, la collection du British Museum possède un échantillon de bournonite indiqué comme provenant d'Alais, sans indication plus précise ; il contient de grands cristaux tabulaires suivant p (001), associés à de la dolomie et de la pyrite sur du quartz ; ces cristaux présentent les formes p m g^1 e^1, $e^{3/2}$ (023), $e^{1/3}$ (031), a^2 (102), b^1 (112), $b^{3/4}$ (223), $b^{1/2}$ (111), e_3 (121) ; ils sont maclés avec plans de macles parallèles et inclinés.

La bournonite en bons cristaux a été trouvée avec panabase, chalcopyrite, quartz, etc., dans les filons de sidérose de Palmesalade en Portes. Je n'ai pas vu d'échantillons provenant de ce gisement.

Haute-Loire. Des lentilles de bournonite, de blende, de galène, se rencontrent dans les filons de fluorine de Barlet en Langeac ; d'après les renseignements que je dois à M. Bouhard, ces minéraux se trouveraient dans l'axe du filon alors que les épontes sont riches surtout en pyrite et en chalcopyrite. Les cristaux de bournonite que j'ai vus sont de grande taille, mais peu nets (p m h^1 g^1 a^2 e^1 b^1 $b^{1/2}$).

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. Grâce à l'obligeance de M. P. Gautier, j'ai pu examiner quelques cristaux de bournonite qu'il a trouvés avec barytine, quartz hyalin, pyrite et limonite dans les fissures des micaschistes des bords de la Dordogne, au-dessous du château de Chapelle près Avèze. Ces cristaux, simples ou maclés suivant m (110), sont aplatis parallèlement à p (001). Les uns présentent les faces m (110) très développées, avec g^1 et e^1, les autres ne possèdent pas de faces de la zone prismatique mais ont les faces e^1 (010) très développées avec parfois a^1, a^2 et b^1 (112) (fig. 4). Ces cristaux se transforment en un mélange de bleiniérite et malachite.

La bournonite a été trouvée par Fournet à la mine de Barbecot près Pontgibaud (*Ann. Sc. Auvergne* 1828) en masses compactes ou en cristaux atteignant rarement 3^{cm}. Dufrénoy a figuré (*Minéralogie*, 1856, pl. 98, fig. 277 et 278) les combinaisons p a^1 h^1 b^1 e^2, et p h^1 b^1 e^1 au sujet desquelles il y a lieu de faire la même observation que pour les cristaux d'Alais. Cette mine est depuis longtemps fermée.

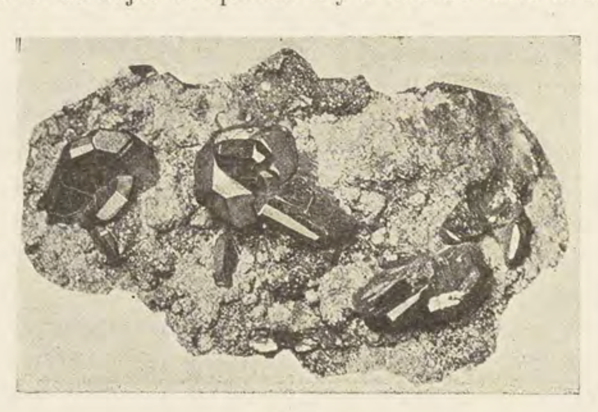


Fig. 5.

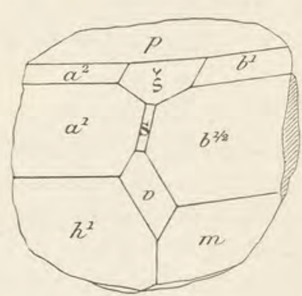
Bournonite de Pranal. (*Photographie réduite au quart environ.*)

Des cristaux p (001), h^1 (100), g^1 (010), e^1 (011), b^1 (112) ont été rencontrés à la mine de Roure (Gonnard. *B. S. M.* V. 47. 1882) dans la barytine ; ils ont des faces ternes et rugueuses.

A Pranal, la bournonite forme de beaux cristaux, atteignant souvent plusieurs centimètres. Ils sont fréquemment irréguliers et déformés : leurs faces sont planes, mais surtout ternes. On les trouve à la surface

de géodes de quartz, associés à des octaèdres de galène. La fig. 5 reproduit un fort bel échantillon de ce genre que j'ai récemment acquis pour la collection du Muséum.

Les cristaux que j'ai examinés, peu nombreux du reste, sont uniformément aplatis suivant p (001) : ils affectent les formes de tables rec-



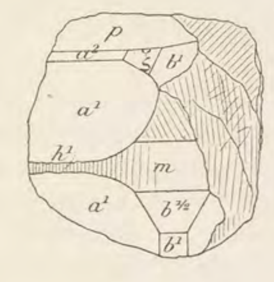
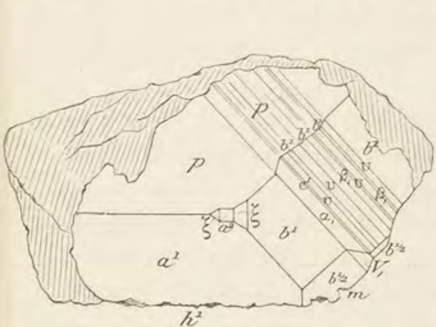


Fig. 6 et 7.

Bournonite de Pontgibaud.

tangulaires par suite du développement de h^1 (100) et de g^1 (010), accompagnés de m (110), et parfois h^2 (310), h^3 (210) : les faces m prennent qnelquefois un grand développement ; les autres formes les



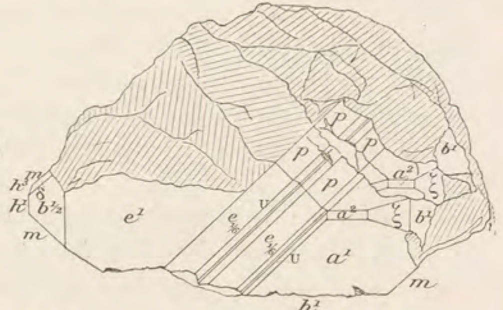


Fig. 8 à 9.

Bournonite de Pontgibaud.

plus habituelles sont b^1 (112), $b^{1/2}$ (111), e^1 (011), a^2 (102), a^1 (101), a_3 (211). Les macles sont fréquentes et souvent complexes.

Au moment où cette feuille allait être tirée, M. Gonnard a bien voulu me communiquer les premiers résultats qu'il a obtenus sur des cristaux beaucoup plus compliqués que ceux que j'ai étudiés. Son tra-

vail paraîtra dans le *Bulletin* de décembre de la Société française de minéralogie, auquel je renvoie pour plus de détails. En outre des formes signalées plus haut, M. Gonnard a observé : h^8 (970), $a^{1/3}$ (301), $\xi = (b^1 b^{1/3} h^{1/4})$ (214) ; U $= a_{1/2}$ (314), e_3 (121), $\Theta = a_{1/3}$ (213), et les formes nouvelles suivantes : $h^{23/13}$ (18.5.0), $e_{1/6} = \beta$ (5.7.12), $\alpha_1 = (b^{1/4} b^{1/5} g^{1/4})$ $(9\bar{1}8)$, V_1 $(b^{1/116} b^{1/16} g^{1/59})$ (50.66.59), $S = (b^1 b^{1/3} h^{1/2})$ (212). Dans quelques cristaux, la zone ξ (214), S (212), a_3 (211) est assez développée.

Alpes. — *Massif du mont Blanc. Haute-Savoie.* Les mines des environs de Servoz, exploitées en 1791 (*J. M.* I. 39.1794) et fermées depuis longtemps, ont fourni de nombreux et beaux minéraux qui ne se trouvent plus que dans les vieilles collections. Elles sont situées dans les vallées de Servoz, de Chamonix et de Valorsine.

La mine de Sainte-Marie aux Fouilly (à l'extrémité occidentale de la vallée de Chamonix) se trouve au bas de l'Aiguillette (chaîne du Brévent); elle a fourni de la panabase, de la chalcopyrite et de la galène dans une gangue quartzeuse et calcaire. Les filons de la montagne de Pormenaz, dominant Servoz, traversent le granite et ont pour gangue le quartz et la barytine; ils ont été attaqués des deux côtés de la montagne, au nord par la mine de Pormenaz, au sud par celle de Roissy. C'est dans cette dernière que l'on a trouvé le plus de minéraux intéressants : chalcopyrite, érubescite, pyrite aurifère, bournonite, malachite, galène, argyrite.

A Pormenaz, on a rencontré de magnifiques cristaux de barytine, de panabase, de galène, ainsi que de beaux cristaux lenticulaires de sidérose.

La mine de Vaudagne, située au S.-O. des anciennes fonderies de Servoz, à la base de la pointe de Saix, a produit de la pyrite aurifère, de la blende et de la galène dans une gangue quartzeuse.

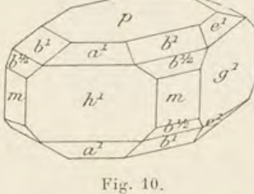


Fig. 10.
Bournonite de Servoz.

La bournonite est le minéral le plus remarquable des mines de Servoz; les cristaux sont fort beaux. Ils sont parfois un peu allongés suivant l'axe vertical, et présentent souvent en plus des faces représentées par la figure 1, a^2 (102), h^3 (210), etc.

M. Miers a bien voulu me signaler, dans la collection du British Museum, l'existence de gros cristaux de bournonite offrant, les uns,

les combinaisons $p\ m\ h^1 h^2 h^5 g^5\ g^3 g^2\ a^1 a^{4/3}$, b^1, les autres, $p\ m\ h^1 g^1$ $a^1 e^1 b^1 b^{1/2}$, etc. C'est aussi sur une macle de ce gisement que le même savant a trouvé le prisme $g^{7/5}$ (160).

La collection du Museum renferme un échantillon indiqué comme provenant de la mine du glacier de la Gria (vallée de Chamonix) ; il présente quelques petits cristaux de bournonite, très allongés et très cannelés parallèlement à l'axe vertical ; ils sont accolés sur leur gangue de quartz par une face prismatique et associés à de la blende. Je n'ai pu isoler de cet échantillon des cristaux déterminables.

M. Damour possède un cristal de bournonite indiqué comme provenant de la Combe Taneau près la Bérarde. Les faces dominantes sont p (001), m (110) et un dôme indéterminé.

Savoie. La bournonite a été rencontrée autrefois dans la mine de Pesey, près Modane. M. Dinetti m'en a signalé de bons cristaux que possède la collection de l'École des ingénieurs (Valentino) de Turin; ils ont 3 à 4 cm. de grosseur et sont implantés sur de la chalcopyrite et du quartz. Leurs formes sont les suivantes : p (001), h^1 (100) g^1 (010), m (110), a^1 (101), e^1 (011), b^1 (112), $b^{1/2}$ (111). La bournonite compacte (aurifère et argentifère) a été rencontrée aux environs de Saint-André, près Modane.

Isère. Les mines de sidérose de Saint-Pierre du Mésage, près Vizille, ont fourni de bons cristaux de bournonite ; ils accompagnent des cristaux de dolomie, de sidérose et de pyrite. Dans un échantillon de la collection du Museum, la bournonite est implantée sur des cristaux de ce dernier minéral ; ses faces sont ternes, on peut y reconnaître toutefois les formes p (001), m (110), h^1 (100), g^1 (010), b^1 (111), a^1 (101), e^1 (011); dans la zone prismatique, les faces h^1 et g^1 dominent : il existe des macles polysynthétiques nombreuses.

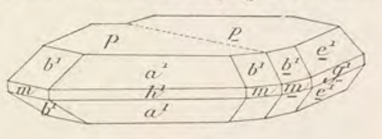


Fig. 11.
Bournonite. Macle suivant *m*.

La collection du Muséum renferme un échantillon de bournonite, indiqué comme provenant de Laffrey. Il présente des cristaux de 1 centimètre associés à de la sidérose et à du quartz, de la pyrite. Cette association rappelle beaucoup celle de Saint-Pierre du Mésage. Les prismes (m, g^1 h^1) sont réduits à des facettes linéaires. Les formes dominantes sont p (001), a^1 (101), e^1 (011), b^1 (112), à peu près égale-

ment développées. Ces cristaux offrent des macles et des pénétrations irrégulières répétées. M. Gonnard m'a signalé l'existence du même minéral dans la sidérose de Saint-Pierre d'Allevard.

De magnifiques cristaux de bournonite ont été trouvés autrefois à Prunières; ils atteignent 9 centimètres et sont généralement en partie transformés en un mélange de bleiniérite et de malachite. Ces cristaux enchevêtrés forment de petites veines dans les calcaires liasiques (voir à *blende*); ils renferment environ 0,0018 °/₀ d'argent. Les cristaux que j'ai examinés sont des macles offrant les faces p (001), e^1 (011), e^3 (013), b^1 (112), avec des traces de g^1 (010). A Senepi, dans la même commune, la bournonite se rencontre dans la sidérose ; à la Combe Guichard, elle est associée au cinabre et à la smithsonite.

Des travaux entrepris il y a quelques années dans la mine d'anthracite de Peychagnard ont coupé une veine de dolomie, avec galène et bournonite. Les cristaux de ce dernier minéral ont été décrits par M. Termier (*B.S.M.* XIX. 101.1897); ils atteignent 2 cm 5 de plus grande dimension et sont riches en formes ; on y observe : p (001), h^1 (100), g^1 (010), m (110), h^2 (310), h^3 (210), $h^{7/2}$ (950), $g^{11/5}$ (380), $h^{5/3}$ (140), $b^{2/3}$ (334), $s = (b^{1/11}\, b^1\, g^{1/8})$ (568), $e_{1/2}$ (134), $t = (b^{1/7}\, b^{1/4}\, h^{1/2})$ (11.3.4), $e^{4/3}$ (034), $e^{2/3}$ (032), $a^{3/2}$ (203), avec quelques prismes dont les symboles n'ont pas été établis avec une absolue certitude: h^7 (430), g^{15} (780), g^3 (120), g^5 (230). La caractéristique de ces cristaux réside dans le grand développement de la zone $[h^1\, b^{2/3}\, e^{4/3}]$.

Maures. — *Var*. La bournonite accompagne la blende et la galène dans la mine des Bormettes. Elle y apparaît irrégulièrement (surtout dans la partie ouest du filon) (environ 3 °/₀ du minerai brut) en mouches ou en masses d'un gris de fer, un peu lamellaire dans les échantillons que je dois à l'obligeance de M. Fonteilles : elle renferme environ 600 gr. d'argent à la tonne (voir à *blende*). On n'a pas trouvé dans ce gisement de cristaux distincts de bournonite : le même minéral est abondant à la mine de la Rieille en Collobrières (voir à *galène*).

Algérie. — *Constantine*. La bournonite a été signalée dans l'amas de galène qui, à Mesboula (37 km. d'Aïn Beïda), se trouve dans les calcaires aptiens.

AIKINITE

3 (Pb, Cu^2) S, Bi^2 S^3

Orthorhombique. $mm = 91° 38'$.
$b : h = 1000 : x$. $D = 717, 11$. $d = 696,96$.
$[a : b : c = 0,9719 : 1 : x$ (Miers)]

Formes. L'aikinite forme de longues baguettes allongées suivant l'axe vertical, parallèlement auquel elles sont striées.

Clivages. Pas de clivages, cassure inégale.

Dureté. 2 à 2,5.

Densité. 6,1 à 6,8.

Coloration et éclat. Gris de plomb se ternissant à l'air et devenant alors rouge de cuivre. Opaque.

Composition chimique. La formule 3 (Pb, Cu^2) S, Bi^2 S^3 correspond à la composition suivante dans le cas où Pb : Cu = 2 = 1.

S......	16,8
Bi.....	36,2
Pb.....	36,0
Cu.....	11,0
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube ouvert, donne des vapeurs sulfureuses et un sublimé blanc fusible en gouttes claires devenant blanches et opaques par refroidissement. Au chalumeau, fond très facilement en un enduit blanc bordé de jaune foncé sur le bord du minéral. Avec le sel de phosphore, donne les réactions du cuivre; après réduction complète donne un globule de cuivre métallique. Attaquée aisément par l'acide azotique avec dépôt de soufre et de sulfate de plomb.

Altérations. L'aikinite se décompose facilement en *bismite*, en *bismutite* terreuses, mélangées de cérusite, de malachite, etc.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Alpes. — *Isère*. J'ai trouvé dans un échantillon de quartz aurifère de la mine de la Gardette (voir *or*), près le Bourg d'Oisans, de fines aiguilles métalliques tout à fait identiques comme aspect et propriétés

à l'aikinite de Berezowsk dans l'Oural. Elles sont intimement mélangées d'or natif et parfois de pyrite. La proportion du minéral que j'ai pu isoler est faible; j'ai pu y constater la présence du soufre, du bismuth, du plomb et du cuivre. Il semble que ce dernier métal soit en plus faible proportion que dans le minéral de Berezowsk; il est donc possible que cette substance soit intermédiaire entre l'*aikinite* et la *lillianite*, qui est une aikinite non cuprifère. L'analogie de caractères extérieurs de mon minéral et de l'aikinite de Berezowsk est trop grande pour que l'on puisse penser à une *cosalite* ($2\ PbS,Bi^2S^3$) cuprifère.

GROUPE DES ARGENTS ROUGES

Les deux principaux minéraux de ce groupe, ayant la même formule générale que la bournonite, sont la *proustite* et la *pyrargyrite*. M. Miers a montré que la *xanthoconite* et la *pyrostilpnite* devaient être considérées comme des espèces dimorphes des précédentes.

Les argents rouges sont donc constitués par les espèces suivantes :

Rhomboédriques.		Monocliniques
Proustite	$3\ Ag^2\ S,\ As^2\ S^3$	*Xanthoconite*.
Pyrargyrite.....	$3\ Ag^2\ S,\ Sb^2\ S^3$....	*Pyrostilpnite*.

Il faut y joindre la *sanguinite*, voisine de la proustite, et probablement rhomboédrique.

Les réactions pyrognostiques suivantes permettent de distinguer les argents rouges arsénicaux des argents rouges antimonieux.

	Proustite et Xanthoconite	*Pyrargyrite et Pyrostilpnite*
Tube fermé.	Fusibles en donnant un sublimé brun rouge de sulfure d'arsenic.	Fusibles en donnant un sublimé rouge foncé de kermès.
Tube ouvert.	Donnent des vapeurs sulfureuses et un sublimé volatil d'acide arsénieux.	Donnent des vapeurs sulfureuses et un sublimé *non volatil* d'acide antimonique.
Au chalumeau.	Fondent et dégagent une odeur sulfureuse et arsenicale.	Fondent en jaillissant, dégagent une odeur sulfureuse et donnent un enduit blanc de $Sb^2\ O^3$ avec un globule de sulfure d'argent.

Au feu oxydant ou au feu réducteur, avec de la soude, donnent un bouton d'argent. Pour trouver des traces d'arsenic dans les pyrargyrites, fondre le minéral au feu réducteur sur le charbon, avec du carbonate de soude (odeur aillacée).

Action de l'acide azotique.	Décomposées avec dépôt de soufre.	Décomposées avec dépôt de soufre et d'acide antimonique.

La couleur de la poussière suffit à elle seule pour distinguer la

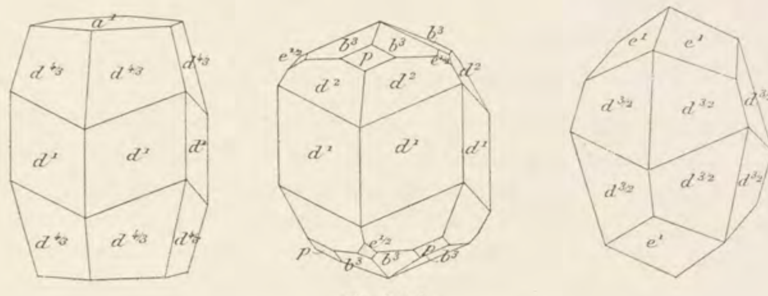


Fig. 1 à 3.
Argent rouge de Sainte-Marie-aux-Mines.

proustite de la pyrargyrite ; celle de la proustite est rouge vermillon, celle de la pyrargyrite d'un rouge pourpre.

Les cristaux de proustite et de pyrargyrite présentent de nombreuses variétés d'aspect, suivant que le prisme ou les scalénoèdres dominent : ils possèdent aussi divers types de pointements. Les figures 1 à 8 représentent diverses combinaisons signalées par Lévy dans la description de la collection Heuland ; elles donnent une idée des principaux aspects qu'offrent ces minéraux. Lévy n'ayant pas distingué la proustite de la pyrargyrite, il n'est pas possible de savoir auquel de ces deux minéraux correspondent ses diverses figures. M. Miers, dans sa monographie des argents rouges, fait remarquer, du reste, après examen des échantillons étudiés par Lévy, que si les figures sont fort bien faites,

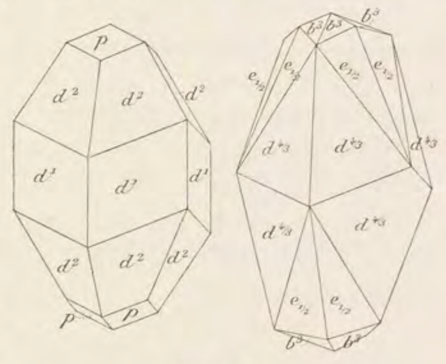


Fig. 4 et 5.
Argent rouge de Sainte-Marie-aux-Mines.

elles ressemblent peu aux échantillons, actuellement dans la collection : ce savant rejette les formes e^3 $(40\bar{4}1)$ et $e^{1/2}$ $(01\bar{1}1)$. Je ne m'occu-

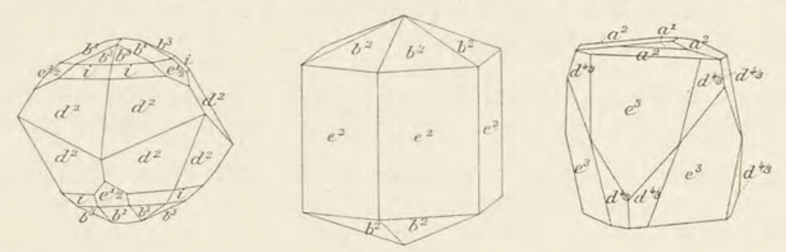


Fig. 6 à 8.
Argent rouge de Sainte-Marie-aux-Mines.

perai plus loin que des formes trouvées dans ce gisement par les auteurs plus récents et par moi-même et je ne donne ces figures que comme documents, appelant de nouvelles recherches sur les minéraux de ce gisement.

PROUSTITE

$3\,Ag^2S, As^2S^3$

Rhomboédrique hémimorphe, $p\,p = 107°48'$.
$[a : c = 1 : 0,80393$ (Miers)$]$.

Macles. 1° Macles fréquentes suivant a^2 $(10\bar{1}4)$ ne se présentant souvent que sous forme de lames hémitropes.

2° Macles suivant p $(10\bar{1}1)$ également fréquentes. Les cristaux se croisent presque à angle droit.

3° Macles suivant a^1 (0001) assez rares,

4° Macles suivant b^1 $(01\bar{1}2)$.

Formes observées : a^1 (0001) ; p $(10\bar{1}1)$; e^2 $(10\bar{1}0)$, d^1 $(11\bar{2}0)$, η $(41\bar{5}0)$; b^1 $(01\bar{1}2)$; a^2 $(10\bar{1}4)$; b^2 $(11\bar{2}3)$; b^3 $(21\bar{3}4)$; d^2 $(21\bar{3}1)$; $n' = (b^{1/7}\, d^1\, d^{1/4})$ $(8.3.\overline{11}.2)$; $E = (d^{1/2}\, d^{1/4}\, b^{1/3})$ $(25\bar{7}3)$.

	Angles calculés				Angles calculés
$a^1 b^1$	166°56′	$b^1 b^3$	160°14′	$a^2 a^2$	157°25′
$a^1 p$	137° 8′	$b^1 p$	144°19′	$d^2 d^2$ sur e^1	105°61′
$a^1 e^2$	90°	$p\, d^2$	155°26′	$d^2 d^2$ sur e^4	164°42′
$a^1 b^1$	155° 6′	$p\, d^1$	126° 6′	$E\, E$ sur e^x	151°29′
$^*p\, p$ sur b^1	107°48′	$d^2 d^1$	150°40′	$\eta\, \eta$	150° 8″
$b^1 b^2$	166°32′	$b^1 b^1$	137°14′		

Faciès des cristaux. Les cristaux se trouvent surtout en scalénoèdres

et en rhomboèdres aigus, mais de nombreux cristaux affectent la forme prismatique. Le minéral est souvent massif, compact.

Les faces de la zone $p\ b^1\ d^1$ sont particulièrement striées parallèlement à leur intersection; les faces p et b^1 sont souvent courbes.

Clivages. Clivages p $(10\bar{1}1)$ distincts. Cassure conchoïdale à inégale.

Dureté. 2 à 2,5. Fragile.

Densité. 5,57 à 5,64 (variété antimoniale).

Coloration et éclat. Vermillon ou écarlate, noircissant à la lumière; ce n'est qu'en lames minces que la couleur est absolument caractéristique, rappelant celle du cinabre, mais tirant un peu plus sur le rouge brique. Éclat adamantin.

Propriétés optiques. Uniaxe et négatif.

	Li	Na	
n_g =	2,9789	3,0877	(Fizeau)
n_p =	2,7113	2,7921	
$n_g - n_p$ =	0,2676	0,3956	

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est faible.

n_g = rouge sang.
n_p = rouge cochenille.

Composition chimique. La composition correspondant à la formule $3\,Ag^2S\,As^2S^3$ est la suivante :

S..........	19,4
AS.........	15,2
Ag.........	65,4
	100,0

Une très petite quantité d'arsenic est parfois remplacée par de l'antimoine.

Altérations. A la lumière, la proustite noircit et se transforme en argyrite.

Essais pyrognostiques et diagnostic. Voir page 710.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La proustite est un des minéraux des filons argentifères où elle accompagne généralement la pyrargyrite, l'argyrite, la panabase, l'arsenic natif, etc.

Vosges. La collection du Muséum renferme un échantillon de panabase de la Croix aux Mines engagé dans du quartz : ses cavités renferment de petits cristaux de proustite d'un beau rouge rubis ; ce sont des prismes hexagonaux enchevêtrés dont les extrémités ne sont pas distinctes.

[*Alsace*]. Les argents rouges ont été trouvés dans un grand nombre des filons argentifères de Sainte-Marie-aux-Mines et notamment dans ceux de Gabe-Gottes, de Glück-Auf, de Saint-Jean, d'Engelsbourg, de Saint-Jacques, etc. Il semble qu'à une certaine époque ces minéraux y aient été extrêmement abondants et qu'on les ait trouvés en magnifiques cristaux. Depuis la fermeture des mines, on n'en observe plus guère d'échantillons que dans les vieilles collections.

Fig. 1.
Projection sur la base d'un cristal de proustite de Sainte-Marie-aux-Mines.

La figure 1 représente la projection sur la base d'un petit cristal de proustite de ce gisement.

La fig. 2 montre la forme de jolis petits cristaux que j'ai observés dans des géodes de quartz, associés à de la panabase. Ils sont parfois très allongés suivant l'axe vertical. J'ai observé aussi de petits cristaux cristallitiques ayant la forme de la figure 4 (page 711), avec en outre b^1.

J'ai également étudié des cristaux prismatiques suivant d^1, terminés par a^1, b^1, b^2 ; c'est notamment la forme de petits cristaux que M. Seligmann m'a communiqués.

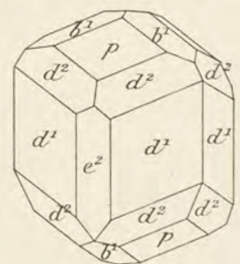


Fig. 2.
Proustite de Sainte-Marie-aux-Mines.

M. Miers a bien voulu me donner la description de trois échantillons de proustite qui se trouvent au British Museum. L'un d'eux est constitué par de gros cristaux prismatiques d^1 $(11\bar{2}0)$, e^2 $(10\bar{1}0)$, terminés par des faces arrondies, oscillant entre b^2 $(11\bar{2}3)$ et b^3 (2114), associés à de l'arsenic natif et à de la barytine. Les cristaux sont fréquemment maclés suivant p $(10\bar{1}1)$ et présentent parfois des lames polysynthétiques de la macle suivant b^1 $(01\bar{1}2)$.

Les cristaux d'un autre échantillon présentent les mêmes macles, mais leurs pointements sont constitués par les formes b^1 $(01\bar{1}2)$ et a^2 $(10\bar{1}4)$; les faces a^2 sont ternes et striées ; ils sont implantés

avec quartz, calcite (e^2 b^1) sur dolomie, quartz et panabase, la calcite est en partie postérieure à la proustite.

Dans le mémoire cité plus haut, M. Miers signale les combinaisons d^1 (11$\bar{2}$0), η (41$\bar{5}$0), b^1 (01$\bar{1}$2), E (25$\bar{7}$3), n' (8. 3. $\overline{11}$. 2).

Enfin un dernier échantillon offre des cristaux de proustite, implantés sur calcite, quartz et arsenic natif botroyde; ils sont accompagnés par de la *xanthoconite*; leur pointement est constitué par la forme b^1 (01$\bar{1}$2) dominante avec, en outre, b^2 (11$\bar{2}$3).

PYRARGYRITE

$3\,Ag^2S, Sb^2S^3$

Rhomboédrique, hémimorphe $pp = 108°38'$.
[$a : c = 1 : 0{,}78916$, (Miers)]

Macles. 1° Macles très communes suivant h^1 (11$\bar{2}$0) avec l'axe vertical comme axe de rotation et la base a^1 (0001) comme face d'accolement.

2° Macles suivant a^2 (10$\bar{1}$4) communes, avec plan d'association perpendiculaire à a^2, les axes des cristaux font entre eux un angle de 25°40'; quelquefois le plan d'association est (10$\bar{1}$4). Cette macle ne se manifeste parfois que par des lamelles hémitropes.

3° Macles rares suivant p (10$\bar{1}$1).

4° Macles rares suivant b^1 (01$\bar{1}$2).

Formes observées. p (10$\bar{1}$1); e^2 (10$\bar{1}$0, d^1 (11$\bar{2}$0); b^1 (01$\bar{1}$2); b^2 (11$\bar{2}$3), b^3 (21$\bar{3}$4) (voir à *proustite*);

$b^2\ b^2$ sur b^2 153°5', $b^3\ b^3$ sur b^1 140°30'.

Faciès des cristaux. Le type prismatique domine dans les cristaux de pyrargyrite. L'hémimorphisme est souvent caché dans les cristaux bipyramidés par des macles, mais il est parfois très net; il se manifeste aussi dans la zone verticale par l'existence du prisme e^1, réduit à 3 faces et par des stries dissymétriques sur d^1 (11$\bar{2}$0), correspondant à la forme (16$\bar{7}$1) (Miers). Le minéral se trouve aussi à l'état massif ou compact.

Clivages. Clivages p (10$\bar{1}$1) distincts, b^1 (01$\bar{1}$2) imparfaits. Cassure conchoïdale ou inégale.

Dureté. 2,5. Fragile.

Densité. 5,77 à 5,86.

Coloration et éclat. Rouge de diverses nuances devenant noir à l'air. Rouge pourpre foncé par transparence. Éclat métallique et adamantin. Poussière rouge pourpre rappelant celle de la kermésite. Transparente en lames minces.

Propriétés optiques. Uniaxe et négatif.

$$n_g = 3{,}084 \quad \text{(Fizeau)}$$
$$n_p = 2{,}881$$
$$n_g - n_p = 0{,}203$$

Composition chimique. La formule $3\,Ag^2\,S,\ Sb^2\,S^3$ correspond à la composition suivante :

S...........	17,8
Sb..........	22,3
Ag..........	59,9
	100,0

Il existe parfois un peu d'arsenic remplaçant une proportion équivalente d'antimoine.

Propriétés pyrognostiques et diagnostic. Voir page 710.

Altérations. Comme pour la *proustite*.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La pyrargyrite accompagne la proustite et divers autres minéraux argentifères dans certains filons métallifères.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Je dois à M. de Limur la communication d'un échantillon de pyrargyrite de la mine d'Ar (voir à *arite*) : ce minéral forme de petites masses cristallines dans de la calcite lamellaire renfermant en outre de la blende, de la pyrite.

Vosges. — [*Alsace*]. La pyrargyrite paraît plus rare que la proustite dans les filons de Sainte-Marie-aux-Mines. M. Miers a bien voulu me signaler la forme des cristaux de ce gisement qu'il a observés dans la collection du British Museum. Ce sont des prismes d^1 $(11\bar{2}0)$, avec e^2 $(10\bar{1}0)$ terminés par des faces arrondies et striées, oscillant entre b^2 $(11\bar{2}3)$ et b^3 $(21\bar{3}4)$. Ils sont associés à des prismes hexagonaux de calcite sur de l'arsenic natif et de la galène.

Il est possible qu'une partie des cristaux décrits par Lévy, appartienne à la pyrargyrite.

Alpes. — *Savoie.* Je dois à l'obligeance de M. Seligmann la communication d'un échantillon de pyrargyrite provenant de la vieille mine de galène de Pesey, près Moutiers. Il est constitué par de petits cristaux rouge rubis, engagés dans du gypse, et présentant les formes d^1, p et b^1 avec allongement suivant l'axe vertical.

Isère. La pyrargyrite est un des minéraux argentifères rares des filons des Chalanches; elle offre diverses associations. La collection du Muséum possède un échantillon de quartz grenu renfermant ce minéral en particules très fines. J'ai examiné des cristaux d'environ 3^{mm} implantés sur les parois d'une géode de quartz. Ils offrent la forme d^1 (11$\bar{2}$0); p (10$\bar{1}$1), b^1 (01$\bar{1}$2) et d^2 (21$\bar{3}$1), moins développés que dans la figure 2 de la page 714.

Enfin, j'ai étudié, également dans la collection du Muséum, un vieil échantillon de smaltite ferrugineuse, mélangée à de l'asbolane, des cristaux de löllingite et de l'érythrine. Il renferme des masses cristallines fortement translucides de pyrargyrite sur lesquelles je n'ai pu trouver aucune forme distincte. Il est curieux que cet échantillon si riche en arséniures renferme de la pyrargyrite et non de la proustite.

Corbières. — *Aude.* Dans un récent mémoire sur les mines de la Caunette (voir à *galène*) M. Bernard a signalé l'existence de cristaux allongés d'argent rouge (pyrargyrite ou proustite?) ayant 2 à 3 millimètres de longueur associés à la panabase. Ils se trouvent dans les filons cuivreux, orientés E.-O., qui coupent les filons de galène.

XANTHOCONITE

$3 Ag^2 S, As^2 S^3$

Monoclinique $mm = 55°4'$.

$b : h = 1000 : 900,266.$ $D = 462,182.$ $d = 886,787.$

[$a : b : c = 1,9187 : 1 : 1,0152$ (Miers)]

$xy = 88°47'$

Macles. Macles suivant p (001) fréquentes.

Formes observées. p (001); h^1 (100); $o^{1/5}$ (501), $o^{1/7}$ (701); $d^{1/2}$ (111), $d^{3/8}$ (443), $b^{1/2}$ ($\bar{1}$11).

Les angles suivants ont été mesurés par M. Miers (*op. cit.*) :

	Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés	Angles mesurés
mm	55°4′		$pd^{1/2}$	131°28′	131°42′
mh^1	117°32′		$pd^{3/8}$	123°38′	123°57′
ph^1	91°13′	90°15′	$pb^{1/2}$	130°50′	130°38′
$po^{1/5}$	111°46′				

Faciès des cristaux. Les cristaux de xanthoconite de Sainte-Marie-aux-Mines sont caractérisés par le développement des pyramides de la zone *pm* (001) (110) : ils ressemblent au premier abord à des rhomboèdres de sidérose.

Clivages. Clivage *p* (001) distinct. Cassure conchoïdale.

Dureté. 2 à 3. Fragile.

Densité. 5,54.

Coloration et éclat. Brun rouge orangé (jaune citron par transparence). Éclat adamantin à nacré. Poussière jaune orangé. Transparente.

Propriétés optiques. Plan des axes perpendiculaire à g^1 (010). Bissectrice aiguë *négative* (n_p) presque perpendiculaire à *p* (001) $\rho < v$.

$$2\,E = 125^\circ \text{ environ (Miers)}$$

Composition chimique et essais pyrognostiques. Comme la proustite. Jusqu'au récent travail de M. Miers la formule attribuée à la xanthoconite était : $3\,Ag^2\,S,\ As^2\,S^5$.

Diagnostic. Voir page 710. La xanthoconite se distingue de la proustite par sa forme monoclinique et sa couleur.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Vosges. — [*Alsace*]. Des cristaux de xanthoconite, rappelant ceux de Freiberg ont été trouvés par M. Miers (*Miner. Mag.* X. 194. 1893.) sur un échantillon provenant de Sainte-Marie-aux-Mines et faisant partie de la collection du British Museum. Ils sont d'un jaune orangé, très brillants, et recouvrent de la dolomie avec jolis cristaux de prous-

tite et de calcite sur de l'arsenic natif botroyde. La xanthoconite paraît être contemporaine de la proustite.

M. Miers a observé des groupements de cristaux dans lesquels l'un d'eux a tourné de 180° autour de la normale à g^1 (010); les faces p et $\bar{p}$ sont sensiblement parallèles; les formes observées sont p (001), h^1 (100), $o^{1/5}$ (501), $o^{1/7}$ (701), $d^{1/2}$ (111), $d^{3/8}$ (443), $b^{1/2}$ (111): les formes $d^{1/2}$ et $d^{3/8}$ sont surtout très développées.

GROUPE DES CUIVRES GRIS

Les cuivres gris présentent entre eux une grande ressemblance extérieure. Ils cristallisent dans le système cubique, avec hémiédrie tétraédrique. La prédominance habituelle du tétraèdre régulier, seul ou associé à diverses autres formes, les a fait souvent désigner sous le nom de *tétraédrite*.

La formule générale de ces minéraux est 4 R S (Sb, AS)^2 S^3. Les types antimonifères constituent la *panabase*, les arsénifères, la *tennantite*; il existe de nombreux passages entre eux. Le métal est essentiellement constitué par du cuivre, mais d'autres métaux, argent, mercure, zinc, fer, plomb, peuvent exister en quantité considérable, on y trouve rarement du platine; le bismuth peut remplacer une partie de l'antimoine ou de l'arsenic. Ces variations de composition chimique entraînant des variations consécutives dans la couleur, l'éclat, la densité, etc., ont conduit à la création de nombreux noms de variétés. Le tableau suivant donne la liste des principaux d'entre eux, pouvant se légitimer jusqu'à un certain point par de grands écarts dans la teneur en cuivre et la nature des métaux qui le remplacent en partie.

Panabase.......	$4\,Cu^2S,\ Sb^2S^3$
Freibergite.......	$4\,(Cu^2, Ag^2)S,\ Sb^2S^3$
Schwatzite.......	$4\,(Cu^2, Hg^2)S,\ Sb^2S^3$
Malinowskite.....	$4\,(Cu^2, Pb)S,\ Sb^2S^3$

Tennantite	$4\,Cu^2S, As^2S^3$
Sandbergerite	$4\,(Cu^2, Zn)\,S, As^2S^3$
Rionite	$4\,Cu^2S, (As, Bi, Sb^2)^2S^3$

Il existe deux minéraux plombifères possédant la même formule, la *jordanite* [$4\,PbS, As^2S^3$] et la *meneghinite* [$4\,PbS, Sb^2S^3$], mais ils cristallisent dans le système orthorhombique et ne peuvent par suite être parallélisés avec les cuivres gris.

Essais pyrognostiques. Les essais pyrognostiques des cuivres gris sont naturellement très variables suivant la composition du minéral.

Dans le tube fermé, les cuivres gris fondent, ils donnent un sublimé rouge foncé de kermès (*panabase*) ou de sulfure d'arsenic (*tennantite*); la *schwatzite* donne aussi un sublimé gris noir de mercure.

Dans le tube ouvert, ils fondent en dégageant des vapeurs sulfureuses avec un sublimé d'acide antimonieux (*panabase*) ou d'acide arsénieux (*tennantite*), coexistant dans les types intermédiaires.

Sur le charbon, ces minéraux fondent en donnant, suivant la composition, les enduits caractéristiques de l'antimoine, de l'arsenic, du bismuth, et ceux du zinc, du plomb. La présence de l'arsenic est décelée en partie par l'odeur d'ail. Le globule qui reste sur le charbon, fondu avec du carbonate de soude, donne un bouton de cuivre.

Solubles dans l'acide azotique avec résidu de soufre et d'acide antimonique (*panabase*).

Réactions spéciales à certaines variétés. La freibergite après dissolution dans l'acide azotique et décantation du résidu du soufre et d'acide antimonique donne par addition de chlorure de sodium un abondant précipité blanc, soluble dans l'ammoniaque (Ag).

La schwatzite mélangée à trois fois son poids de soude sèche et chauffée dans un tube de verre donne des gouttelettes de mercure, se sublimant dans les parties froides du tube. La malinowskite donne les réactions du plomb.

PANABASE

4 Cu^2..... S, Sb^2 S^3

Cubique, tétraédrique.

Macles. Macles suivant a^1; le plan de contact se fait suivant a^1 ou perpendiculairement à cette face; ces macles se produisent aussi par pénétration, elles sont fréquemment polysynthétiques. Il existe des macles à axes parallèles, symétriques par rapport à une face cubique : elles sont rares.

Formes observées. p (100); b^1 (111), b^2 (210), b^3 (310);
$+ 1/2\, a^1$ [χ (111)]; $+ a^8$ [χ (811)], $+ 1/2\, a^{13/2}$ [χ (13. 2. 2.)], $+ a^4$ [χ (411)], $+ 1/2\, a^2$ [χ (211)], $+ 1/2\, a^{1/2}$ [χ (221)];
$- 1/2\, a^1$ [χ ($1\bar{1}1$)];
$1/2\, s = 1/2\, (b^1\, b^{1/2}\, b^{1/3})$ [χ (321)].

Faciès. Les cristaux sont généralement caractérisés par la prédominance des formes tétraédriques qui ont fait donner à ce minéral le

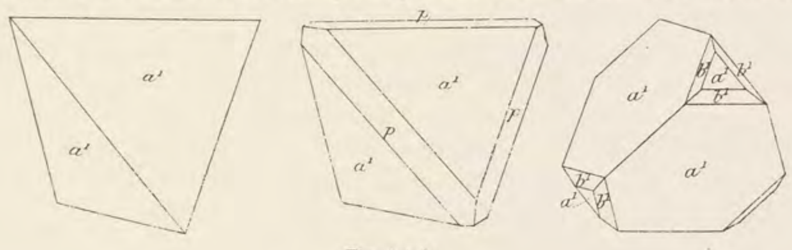


Fig. 1 à 3.
Panabase. Formes communes.

nom de *tétraédrite.* Ce n'est que très rarement que la face dominante est le rhombododécaèdre. Les tétraèdres et les hémitrapézoèdres positifs ont d'ordinaire leurs faces brillantes, les formes inverses sont souvent ternes.

Le minéral se présente aussi en masses compactes ou tout au moins dépourvues de formes géométriques nettes.

Clivages. Pas de clivage. Cassure subconchoïdale ou inégale. Fragile.

Dureté. 3 à 4,5.

Densité. La densité varie avec la composition 4,75 à 4,9 (*panabase*),

4,85 à 5,1 (*freibergite*), [5,04 freibergite de Pranal (Gonnard)], 5,10 (*scharwzite*).

Coloration et éclat. La coloration n'est pas moins variable : elle oscille du gris d'acier au noir de fer; la *freibergite* possède les couleurs les plus claires (gris d'acier clair), les plus foncées (noir de fer) sont présentées par la *schwatzite*. La poussière est de même couleur que le minéral; quelques variétés (*freibergite*) ont la poussière rouge. Éclat métallique très vif. La schwatzite est souvent plus ou moins terne. Opaque ou translucide en lames excessivement minces et dans ce cas rouge.

Groupements réguliers avec d'autres minéraux. La tétraédrite se groupe à axes parallèles avec d'autres minéraux, la blende et la chalcopyrite.

Composition chimique. On a vu plus haut que l'antimoine est souvent remplacé en partie par de l'arsenic (passage à la *tennantite*), qu'une partie du cuivre peut être remplacée par de l'argent (*freibergite*), du mercure (*schwatzite*), du plomb (*malinowskite*), du zinc, du fer; tous les cuivres gris antimonifères, dans lesquels ces corps n'existent qu'en faible quantité, constituent les panabases proprement dites dont la composition théorique est donnée en *a*). La richesse en argent de certains cuivres gris en fait parfois de véritables minerais d'argent.

L'existence de traces de platine a été signalée par Gueymard (*A. M.* XVI. 495. 1849) dans les panabases de divers gisements alpins [mine du Chapeau (*Hautes-Alpes*), Saint-Arey (*Isère*), filons de Cavalles dans les Rousses (Oisans) et Presle (*Savoie*)]. Les essais ont été en partie confirmés par Ebelmen (*id.* 505), mais il semble résulter des études faites par ces chimistes que la distribution du platine dans ces minéraux y est très variable et très irrégulière.

(Analyses

b) de la panabase de Corbières, par Berthier (*A. M.* IX. 529. 1836).

c) — — de Mouzaïa, par Ebelmen (*A. M.* XI. 51. 1847).

d) — — de Sainte-Marie-aux-Mines, par Rose (*P.*, *A.* XV. 576).

e) — — de Monchonay en les Ardillats, par Grüner [in Lamy (*Bull. Industr. minér.* XIII. 422. 1869)].

f) de la freibergite de Pranal (Pontgibaud) (in Gonnard. *Mem. Ac Lyon*. XXVI. 1882).

g) de la panabase néogène des thermes de Bourbonne (in Daubrée *C. R.* LXXX. 461. 1875).

h) du cuivre gris des Ardillats, par Ch. Mène (*C. R.* 41. 463. 1860). La teneur en argent est de 0,0005 à 0,021.

i) du Valgodemar, par le même (*C. R.* 411. 1326). La teneur en argent est de 0,0008 à 0,0011.

	a)	*b*)	*c*)	*d*)	*e*)	*f*)	*g*)	*h*)	*i*)
S...	23,1	25,3	27,25	26,83	26,37	24,36	23,44	23,0	21,7
As..	»	1,5	9,12	10,19	7,88	»	traces	8,0	10,0
Sb..	24,8	25,0	14,77	12,46	9,97	22,30	26,40	22,0	21,5
Cu..	52,1	34,3	41,57	40,60	42,92	23,56	43,20	32,0	30,8
Ag..	»	0,7	»	0,60	0,65	19,03	»	»	»
Fe..	»	1,7	4,66	4,66	4,69	6,53	4,00	3,0	4,5
Zn..	»	6,3	2,24	3,69	5,70	2,34	traces Ni	»	»
Pb..	»	3,2	»	»	traces	»	traces Sn	12,0	11,5
	100,0	98,0	99,61	99,03		98,11	97,24	100,0	100,0
Densité	»	»	»	»	»	»	»	5,04	5,137

Les analyses *h* et *i* sont données ici comme document, il est possible qu'elles aient été faites sur des mélanges riches en galène (voir p. 728).

Altérations. Par décomposition, la panabase donne de la malachite, de la chessylite. On rencontre des pseudomorphoses de ce minéral en chalcopyrite, bournonite, covellite, cinabre, etc.

Diagnostic. La panabase se distingue des autres sulfoantimoniures par sa forme tétraédrique; les variétés compactes se différencient de la bournonite par l'absence de quantités notables de plomb : la malinowskite ne peut guère toutefois se distinguer de ce dernier minéral que par une analyse quantitative.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La panabase constitue le minéral dominant de beaucoup de filons cuprifères; dans quelques-uns, elle est associée à la chalcopyrite; enfin elle accompagne fréquemment la galène dans les filons concrétionnés.

Je n'ai pas cru devoir séparer ces divers gisements n'ayant pas vu beaucoup d'entre eux et ne pouvant pas toujours définir exactement les conditions dans lesquelles ils se trouvent.

Enfin on a rencontré la panabase dans quelques sources thermales françaises.

1° *Dans les filons métallifères.*

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Les mines des Pyrénées les plus remarquables au point de vue des minéraux que l'on y trouve sont celles de Banca, ou de Baigorry, dont Dietrich a donné une longue description (*Descript. des gis. des minerais des Pyrénées.* 461. 1786).

Les filons cuprifères de Baigorry, aujourd'hui inexploités, se trouvent à 6 kil. au-dessus de Saint-Étienne de Baigorry, près du hameau de Bihourietta, où étaient installées les anciennes usines. Ils sont pour la plupart sur le flanc ouest de la vallée de la Nive, au milieu de schistes alternant avec des quartzites; les principaux filons sont ceux des Trois Rois, de Sainte-Marthe, de Berg-op-Zoom, de Sainte-Élisabeth, de Sainte-Marie, de Saint-Louis, de Saint-Antoine, de Philipsbourg.

Ces filons peu épais sont constitués par du quartz, de la dolomie, de la mésitite, de la sidérose, de la calcite avec divers minerais dont les plus importants sont la panabase, la chalcopyrite, le cuivre natif (mine Saint-Michel), parfois accompagnés de pyrite; la blende est rare en beaux cristaux trouvés seulement dans le filon quartzeux d'Oudarolles; la stibine a été rencontrée par de Charpentier dans une druse de quartz du filon de Berg-op-Zoom.

Fig. 4.
Panabase de Baigorry.

Il existe, dans le voisinage, d'autres mines analogues dont une des principales est celle d'Escourleguy (filons de sidérose avec panabase, chalcopyrite et pyrite). Dans ces mines, on trouve souvent des fragments anguleux des roches encaissantes englobés dans les gangues ou dans les minerais.

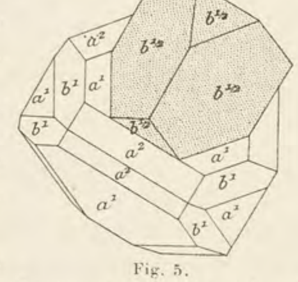


Fig. 5.
Groupement régulier de panabase et de chalcopyrite (la chalcopyrite est en pointillé).

La collection Gillet de Laumont, fondue dans celle du Muséum, et la collection d'Haüy m'ont fourni d'importants matériaux d'étude.

La panabase et la chalcopyrite formaient le minerai exploité. La panabase constitue à elle seule des portions du filon, mais le plus souvent, elle se trouve mélangée au quartz et à la mésitite. Dans la mine des Trois Rois, on a découvert une masse de panabase et de chal-

copyrite atteignant environ 98 mètres × 5 mètres, 95 × 0 mètre, 98, presque uniquement composée par le mélange de ces deux minéraux.

Les cristaux de panabase de Baigorry sont généralement isolés dans des géodes de sidérose lenticulaire, et associée à des cristaux de chalcopyrite, de quartz, de dolomie; leurs faces sont très brillantes, les tétraèdres positifs et négatifs ne possèdent pas la différence d'éclat, si fréquente dans les cristaux d'autres gisements. J'ai observé diverses combinaisons de $\pm a^1$, $\pm a^2, b^1$: les formes $-a^1$ et $-a^2$ n'existent pas toujours (fig. 4 et 5) et sont généralement réduites à de petites facettes.

Les groupements réguliers de panabase et de chalcopyrite sont fréquents; ils ont été décrits par Sadebeck (*Z. d. d. geol. Gesellschaft*. XVI. 443. 1872) : les figures 5 et 6 empruntées à son mémoire permettent de constater la loi simple qui les régit.

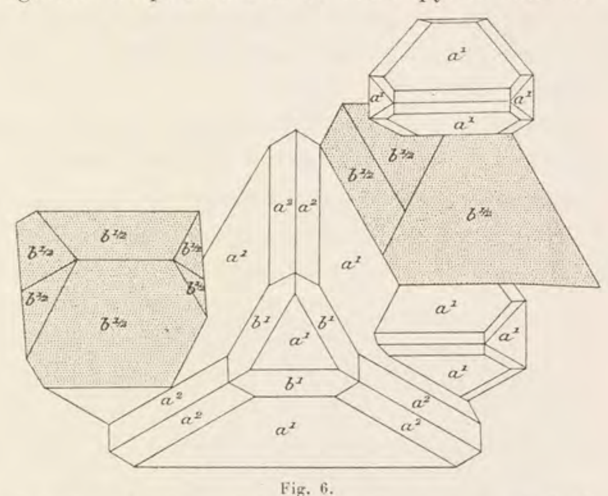


Fig. 6.
Projection sur une face — a^1 de la panabase d'un groupement régulier de panabase et de chalcopyrite (la chalcopyrite est en pointillé).

La collection du Muséum possède de gros cristaux de panabase ($1/2\ a^2$, $1/2\ a^2$ recouverts d'un enduit mince de chalcopyrite qui rappellent les cristaux bien connus du Cornwall; ils supportent de petits cristaux de dolomie.

Les filons de sidérose d'Ainhoa, de Lisqueta (près Saint-Étienne de Baigorry) de Lescun (quartiers d'Hosque, de Cambouet et de Sabatou); d'Aspeich (en Gère Belesten, Bielle et Bilhère) renferment aussi de la panabase associée à de la chalcopyrite.

La panabase a été rencontrée dans les filons de blende de la mine d'Ar.

Ariège. — Des filons cuprifères se trouvent dans la Vallongue à la Soquette, au fond de la gorge du Riverot d'Augirein; ils ont été cités par de Charpentier (*op. cit.* 359) qui avait donné à Haüy un petit échantillon de panabase compacte que j'ai examiné dans sa collection.

Aude. La panabase a été exploitée autrefois dans divers filons de

l'Aude; il ne semble pas que ces exploitations aient fourni de cristaux. Berthier a essayé des minerais (*A. M.* VII. 1835) provenant des gisements suivants : Quintillan (0,003 d'argent aurifère), il existe dans le gisement un peu de cérusite; Moisans (mine de Caneilles), la gangue de la panabase est la barytine avec un peu de quartz. Dans la mine de Sainte-Marie, aux minéraux précédents se joint la calcite ferrugineuse.

M. Delage m'a signalé en outre la panabase dans les gisements suivants : Padern, Montgaillard, Auriac, Massac-Cédeillan, las Caunes, Davejean. Les mines de la Caunette dont il a été question page 499, servent à l'exploitation d'un filon de sidérose blanche, superficiellement oxydée qui renferme des mouches et des rognons de panabase contenant jusqu'à 3,6 0/0 d'argent : elles sont associées à des cristaux d'argent rouge.

La collection du Muséum possède un bel échantillon de panabase compacte, associée à un peu de blende, provenant de Palairac.

Montagne Noire. — *Hérault*. La panabase a été exploitée avec chalcopyrite à Cabrières. Elle s'y trouve dans un filon quartzeux traversant les schistes paléozoïques. C'est probablement de ce gisement que provient un magnifique échantillon de panabase que possède la collection de l'école des mines. La fig. 7 représente la projection de ce cristal sur une face — a^1 ; la panabase de Cabrières est accompagnée de quartz et de chalcopyrite.

Fig. 7.

Projection sur — $1/2\ a^1$ d'un cristal de panabase de Cabrières (*Hérault*).

Cévennes. — *Gard*. M. de Mauroi m'a communiqué un échantillon de panabase compacte englobée dans de la barytine et provenant de la route de Montdardier à Saint-Laurent.

J'ai eu entre les mains de jolis cristaux ($+ 1/2\ a^2$) provenant de Saint-Félix Pakiers près Caduz; ils sont recouverts de pyrite et implantés sur du quartz. Des tétraèdres de panabase ont été rencontrés avec bournonite, quartz, chalcopyrite, etc., dans les filons de sidérose de Palmesalade en Portes.

Plateau Central. — *Aveyron*. Le cuivre gris a été trouvé dans un grand nombre de filons cuprifères et plombifères à gangue quartzeuse de l'Aveyron. Voici les principaux gisements cités par Boisse (*op. cit.*) :

A la limite de l'Hérault, à Corbières et à Fonserène, avec érubescite,

chalcopyrite, blende, sidérose, malachite et chessylite; à Lastiouses et à la Barre avec bournonite, blende et pyrite; à Ouyre, avec malachite et chessylite; à la Baume près Sylvanès avec calcite, stibine et enfin au Mas d'Andrieu avec calcite; à la mine de Falgayrolles (dans les environs de Najac), où les filons de quartz se trouvent dans les gneiss, ils renferment en outre, de la chalcopyrite, de la malachite et de la chessylite; dans les environs de Villefranche à Magnols, avec galène dans une gangue de quartz, de barytine et de calcite; à Gaudiès, avec chalcopyrite dans le quartz; à la Bessière, avec, en outre, blende et quartz, à Viallardet avec chalcopyrite et blende; au Minier dans la vallée de l'Amalou affluent de droite du Tarn (avec galène).

J'ai eu à ma disposition des échantillons de quelques-uns de ces gisements notamment de ceux du Minier et d'Ouyre : ils sont constitués par de la panabase compacte, sans cristaux distincts. L'analyse *b*) a été faite par Berthier sur une panabase de Corbières.

Puy-de-Dôme. La panabase a été signalée par Fournet dans la galène du filon Saint-Denis, à Rosiers près Pontgibaud.

A la mine de Pranal (voir à *galène*), située à 5 km. au-dessus de Pontgibaud, sur la rive gauche de la Sioule, on a trouvé de magnifiques cristaux de cuivre gris, atteignant 7^cm^5 d'arête; ils sont implantés sur galène, et constituent les plus beaux échantillons cristallisés de panabase trouvés en France. La fig. 8 représente un échantillon que j'ai récemment acquis pour la collection du Muséum. Ces cristaux appelés *burins* par les mineurs du pays sont rares. L'analyse donnée plus haut montre qu'ils constituent une *freibergite* par leur haute teneur en argent. Les faces dominantes sont



Fig. 8.
Panabase de Pranal.
(*Photographie réduite d'un tiers environ.*)

$+ 1/2\ a^2$ [χ (211)] (fig. 9) avec souvent les faces $+ 1/2\ a^1$ plus ou moins développées et plus rarement des facettes linéaires $+ 1/2\ a^{1/2}$ [χ (221)] qui remplacent les arêtes $a^2\ a^2$ aboutissant aux pointements ternaires.

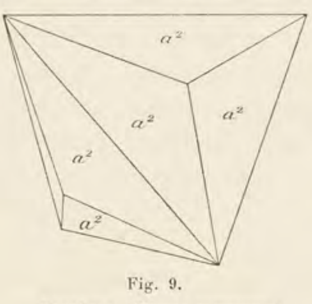


Fig. 9.
Panabase. (Forme commune.)

M. Gonnard a signalé de petits tétraèdres de panabase sur la stibine aciculaire des environs d'Anzat le Luguet.

Ce même minéral a été trouvé dans des filons de quartz de Chalameyroux avec chessylite provenant de son altération (Lecoq et Bouillet, *Vues et coupes* 206).

Rhône. La panabase se rencontre dans la plupart des filons plombifères à gangue quartzeuse des environs de Beaujeu et particulièrement dans ceux de Monsols, des Ardillats, de Chenelette; elle s'y présente en masses compactes, rarement en tétraèdres réguliers.

Ch. Mène a décrit sous le nom de *fournetite* (*C. R.* LI. 463. 1860) une variété de panabase d'un gris d'acier se trouvant avec galène et quartz aux Ardillats, dans un filon qui, contrairement à ceux du voisinage ne renfermait ni barytine, ni fluorine. Fournet dit n'avoir pas trouvé ce minéral qui serait d'après lui un mélange de panabase et de galène (*C. R.* LIV. 1099. 1862 et LII. 311). La composition donnée par l'analyse *h* peut être rapprochée de celle de la malinowskite et il est possible que le minéral en question soit homogène, toutefois aucun des échantillons que j'ai recueillis dans cette région n'est plombifère.

Le filon de Montchonay en les Ardillats est particulièrement riche en panabase et en magnifiques cristaux de fluorine : il a fourni aussi de la chalcotrichite, de la cérusite, de la malachite, etc. La panabase et la galène sont rarement mélangées: quelques variétés friables renferment jusqu'à 2 kg. d'argent par 100 kg. de minerai.

Saône-et-Loire. La panabase en petites mouches se rencontre dans le quartz des filons de pyrite de Chizeuil près Bourbon-Lancy. L'échantillon que je dois à l'obligeance de M. Bréon ne renferme pas de cristaux.

Vosges. — La panabase argentifère a été rencontrée en petite quantité dans la mine de galène de la Croix-aux-Mines ($1/2\ a^1$).

[*Alsace*]. La panabase s'est trouvée en magnifiques cristaux, comme minéral accessoire assez rare, dans les géodes du minerai de fer de la mine grise et de la mine de Grandfontaine à Framont. Les

cristaux dépassent rarement 6^{mm} de plus grande dimension, ils sont d'un noir éclatant, leurs faces sont très réfléchissantes. Les cristaux sont généralement assez compliqués. Ils appartiennent soit au type tétraédrique, soit au type dodécaédrique. Dans le type tétraédrique j'ai observé le plus souvent $+$ 1/2 a^1, avec ou sans $\pm$ 1/2 a^2; $+$ 1/2 a^2 seul (fig. 9), avec souvent de très petites facettes $+$ 1/2 a^1.

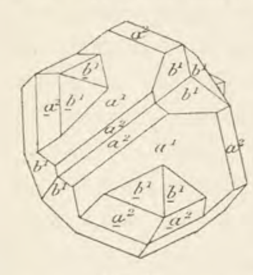


Fig. 10.
Panabase. Macle suivant a^1.

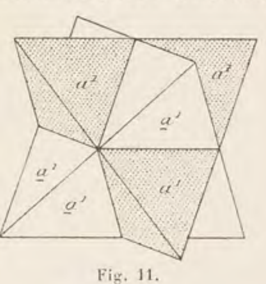


Fig. 11.
Panabase.
Macle par entre-croisement.

La collection du Muséum possède un superbe échantillon de cristaux de panabase tapissant une géode d'hématite rouge : les cristaux à faces éclatantes présentent les formes suivantes : $+$ 1/2 a^1, $\pm$ 1/2 a^2, p (100), b^1 (110), b^3 (310) : ces dernières faces sont remarquablement nettes (fig. 15).



Fig. 12.
Panabase de Framont. (Macle par entre-croisement.) La macle est vue parallèlement à un plan p. (*Photographie grossie trois fois.*)

Les macles par entre-croisement sont très fréquentes (fig. 10 et fig. 11, dans laquelle le tétraèdre dominant seul a été dessiné). La fig. 12 reproduit la photographie d'une macle de ce genre, vue perpendiculairement à un axe binaire commun aux deux tétraèdres groupés en croix.

Dans le type dodécaédrique, les formes sont les mêmes : je n'y ai cependant pas observé b^3 (310). Ces cristaux sont fréquemment allongés suivant un axe ternaire, prenant alors une symétrie pseudorhomboédrique (fig. 13 et 14). Ils ont été quelquefois indiqués comme tennantite, sans doute à cause de leur forme ; tous ceux que j'ai examinés se rapportent sans aucun doute à la panabase.

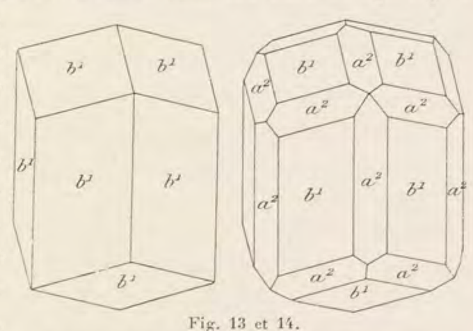


Fig. 13 et 14.
Panabase allongée suivant un axe ternaire. (Framont.)

La panabase était un des principaux minerais (*mine d'argent grise*

exploités à Sainte-Marie-aux-Mines pour l'extraction de l'argent. Elle était surtout abondante dans les filons de Saint-Nicolas, d'Engelsbourg, de Grosser Haldes et de Gott-Hilft-Gewis dans le val de Liepvre, dans les mines de Chrétien, de Gabe-Gottes, de Saint-Guillaume et de Saint-Jacques dans le vallon de Phaunoux (Rauenthal).

L'analyse *d*) donne la composition de ce minéral, parfois accompagné de tennantite.

La panabase de Sainte-Marie est d'un gris d'acier plus ou moins clair; on la trouve associée dans le quartz aux argents rouges, à l'argent natif, à la dolomie, etc.

Les cristaux sont remarquablement nets et assez variés de formes : $\pm$ (1/2 a^1, $\pm$ 1/2 a^2, b^1, p, b^3).

Dans la description de la collection de Strasbourg, M. Groth a signalé (*op. cit.* 66) des cristaux présentant les faces 1/2 a^1, 1/2 a^2, b^1 avec en outre de petites facettes b^2 (210) et probablement b^3 (310).

La panabase a été trouvée à Urbeis en masses compactes, associée à la chalcopyrite, à la sidérose et au quartz.

Belfort. Les anciennes mines de Giromagny (Giromagny, Lepuix, Auxelle-haut) ont fourni jadis beaucoup de panabase argentifère. Ces gisements qui se trouvent sur le prolongement de ceux de Sainte-Marie-aux-Mines ont été longuement décrits par Guillot-Duhamel (*J. M.* VII. 213. 1798). D'après M. L. Meyer (*Bull. Soc. belfortaise d'émulation* 1895), leur panabase renferme une petite quantité d'arsenic; aujourd'hui, on ne rencontre guère que de médiocres échantillons sur les haldes de la mine de Saint-Daniel.

Autrefois les filons de Fanitorne (Pfennigthurm), Saint-Pierre, Saint-Daniel, Teutschgrund, Saint-Nicolas, Saint-Georges ont fourni des cristaux nets offrant les mêmes formes que ceux de Sainte-Marie-aux-Mines ; ils étaient associés à la chalcopyrite sur du quartz.

Haute-Saône. La panabase accompagne la chalcopyrite et la galène dans les filons de Loury et du Crémaillot à Plancher-les-Mines.

Alpes. — *Haute-Savoie.* Les mines des environs de Servoz (voir à *bournonite*) ont fourni jadis de la panabase associée à la chalcopyrite et à la galène (mine de Sainte-Marie-aux-Fouilly), ainsi qu'à la barytine, à la sidérose (mine de Pormenaz), à la dolomie, etc.

J'ai trouvé dans la collection du Muséum des échantillons de ce gisement supportant un grand nombre de jolis cristaux de pana-

base d'un noir de fer éclatant. Ils sont généralement riches en faces; les combinaisons les plus compliquées sont constituées par $1/2\ a^1$ (striée), $\pm 1/2\ a^2$ (211), b^1 (110) et p (100) avec parfois b^3 (310) et plus rarement $+ 1/2\ a^8$ [$\varkappa$ (108)]. Ces cristaux sont implantés sur quartz, avec de la galène, etc.

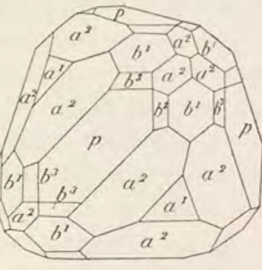


Fig. 15.
Panabase (Framont, Servoz)

Savoie. Des filons quartzeux renfermant de la panabase argentifère, de la chalcopyrite, de la sidérose, de la pyrite ont été exploités autrefois à Bonneval au nord du Bourg Saint-Maurice (avec pyrrhotite), près de Granier au-dessus de la forêt de Mial (gangue de sidérose), dans la mine de galène de Macot et de Thermignon, enfin à Presle aux environs du Bourget (0,0043 d'argent et un peu d'or), à Doucy, près Moûtiers (avec chalcopyrite), à Fougères en Fessons (avec chalcopyrite et blende), à Rognots en Beaufort (avec chalcopyrite dans quartz blanc), à Malrocher en la Table (avec chalcopyrite; la panabase de ce dernier gisement est riche en argent), au mont de la Flèche en Lans-le-Villard.

J'ai examiné un échantillon de la mine de la Presle. Il présente des cristaux nets de panabase ($+ 1/2\ a^2$ avec petites facettes $+ 1/2\ a^1$), associés à de la sidérose crétée.

Isère. La panabase abonde dans les filons métallifères de l'Isère. Elle existe généralement avec chalcopyrite dans une gangue de quartz et de barytine; tandis que la chalcopyrite ne renferme d'ordinaire pas de métaux précieux, la panabase au contraire contient parfois jusqu'à 220 gr. d'argent par 100 kg. Héricart de Thury a donné (*J. M.* XXII. 130, 1807) d'intéressants détails sur les anciennes mines de plomb et de cuivre de la chaîne des Rousses; celles des environs de Huez, de Brandes sont à gangue de barytine fétide et de quartz : dans cette dernière mine, le filon descend du haut de la montagne jusqu'à la rive droite de la Sarenne, le minerai est constitué par de la panabase argentifère et de la galène; celui du Lac Blanc, au nord-est d'Huez, a la même constitution, de même que celui de l'Herpie à l'est de Brandes; dans ce dernier gisement la gangue est exclusivement quartzeuse; la mine était riche en cérusite. Enfin la panabase a été exploitée au Grand Galbert au-dessus de Livet, non loin du filon de galène d'Oulles qui contient aussi de la panabase.

Un échantillon provenant de l'une de ces mines et portant la seule indication de montagne des Rousses (Oisans) se trouve dans la collection du Muséum. Il est constitué par des cristaux nets ($+ 1/2\, a^1$, $+ 1/2\, a^1$, b^2, p), implantés sur du quartz et recouverts en partie par une croûte de chessylite. La même collection renferme des échantillons de panabase ($+ 1/2\, a^1\, b^1$) indiqués comme provenant de Fresney d'Oisans.

La panabase argentifère était un des minéraux assez communs des filons des Chalanches ; elle ne s'y est trouvée qu'en masses compactes, souvent associées à de l'asbeste soyeuse.

La panabase se rencontre assez fréquemment dans la sidérose des mines d'Allevard associée à de la pyrite, etc. ; celles des mines du Buisson sont remarquables par leur teneur en or (0,003158) qui les a fait considérer par Gueymard comme un véritable minerai d'or. Les cristaux de ce gisement que j'ai examinés ont été pour la plupart recueillis par M. Gaubert dans les minerais de Saint-Pierre d'Allevard. On y trouve les deux tétraèdres parfois isolés, l'un terne et l'autre brillant. Quand ils sont réunis, c'est le tétraèdre terne qui domine, l'autre constituant seulement de très petites facettes brillantes accompagnées de b^1 ; les faces a^2 accompagnant le tétraèdre à faces ternes, sont très éclatantes, de même que celles de p. Les combinaisons communes de ce gisement sont représentées par les figures 1 à 3.

La panabase se trouve aussi, mais plus rarement, dans les filons de Saint-Pierre du Mésage.

J'ai examiné un échantillon, indiqué comme provenant de Laffrey, et contenant de jolis petits cristaux brillants de panabase associés à du quartz hyalin et de la pyrite. La forme dominante est l'hémitrapézoèdre $+ 1/2\, a^2$ [$\varkappa$ (211)], accompagné de $+ 1/2\, a^1$, $+ 1/2\, a^{13/2}$ [$\varkappa$ (13.2.2)], p (100). Ces pointements sont constitués par b^1 et $-\, 1/2\, a^2$.

Des masses de panabase argentifère (0,0028 $^0/_0$ d'argent) ont été trouvées autrefois dans les calcaires liasiques de la Combe Niveuse en Saint-Arey (Saint-Harey) ; la collection du Muséum possède un magnifique échantillon de ce gisement. Il est formé par une masse homogène à cassure conchoïdale d'un beau noir extrêmement brillant ; il est entouré de malachite et de chessylite et englobe un cristal de quartz.

La panabase a été rencontrée plus rarement à la mine de la Fayolle en Saint-Theoffrey : elle accompagne en beaux cristaux $+ 1/2\, a^1$, $+ 1/2\, a^2$, la blende transparente et le quartz hyalin dans une gangue de sidérose.

Hautes-Alpes. Le gîte du Bas du Pic en face de Villard d'Arène renferme surtout de la panabase avec de la chalcopyrite dans une gangue quartzeuse; il se trouve au contact du calcaire jurassique et d'une roche granitique. Des filonnets de panabase, érubescite, galène, chalcopyrite se trouvent dans le vallon de l'Alp aux sources de la Romanche.

Dans le Valgodemar se rencontre, à l'ouest de Saint-Maurice, le filon de panabase à gangue quartzeuse des Roux. Peut-être est-ce de là que provient l'échantillon analysé par Mène (analyse *g*) ; si cette analyse est exacte, le minéral est une *malinowskite*.

Un gisement intéressant est celui du Chapeau en Champoléon, à environ 1 km. au-dessus du Chatelard. Il se trouve au contact du granite et des dolomies liasiques, elles-mêmes traversées par des filonnets de spilite. Dans le granite, les filons renferment surtout de la galène, avec un peu de panabase, mais dans les dolomies, le minerai dominant est une panabase compacte, altérée en malachite. Elle possède une cassure un peu conchoïdale, d'un beau noir; la teneur en argent de ce minéral varie de 0,5 à 6 °/₀. C'est dans cette panabase que Gueymard a trouvé une teneur notable en platine. Ce minéral formait des rognons irréguliers distribués dans un sable fin siliceux.

D'après Gueymard, la panabase de la Chapelle en Valgodemar renfermerait de 1 à 2 millionième de platine.

Alpes-Maritimes. La mine du Cerisier, près Puget Théniers, est un gisement d'imprégnation des grès triasiques, analogue à celui du Cap Garonne. Il a fourni de la panabase.

Provence. — *Var*. La panabase est associée à la chalcopyrite dans les filons de Notre-Dame des Maures (concession de Rieille, en Collobrières, près Hyères). On la trouve enfin dans les gisements d'imprégnation de la base du trias de la Provence (Vidauban, Cap Garonne, près Toulon). Elle y accompagne la galène, la chalcopyrite et divers minéraux oxydés.

Corse. — La panabase n'est pas rare en Corse dans les schistes éocènes au contact des gabbros et des serpentines. M. Nentien m'a notamment signalé les gisements suivants : Castifao, Moltifao, Ponte Leccia, Soveria, Corte (principalement sur le versant sud du col de San Quilico); Linguizetta, vallées de la Casaluna et de la Novaccia, Focicchia, Erbajolo, etc. Elle y forme des masses peu importantes associées à de la chalcopyrite, de l'érubescite, etc.

Algérie. — La panabase est très abondante en Algérie, mais surtout dans la province de Constantine et dans une partie de celle d'Alger; elle s'y rencontre soit comme élément dominant, soit comme produit accessoire accompagnant la chalcopyrite. Presque partout, elle est argentifère. Tous ces gisements sont postjurassiques.

Constantine. La panabase abonde dans les filons des environs de Bougie, à l'ouest de cette ville, à Tagma dans le cénomanien et à l'est au Djebel Azarar et au Djebel-Dib (Tizi-el-Kramis), à Tadergount et à Sidi Djeber dans les calcaires liasiques.

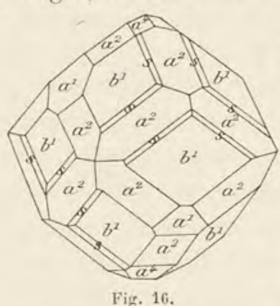


Fig. 16.
Panabase de Tadergount.

J'ai étudié de remarquables cristaux provenant de Tadergount. Ils présentent une forme peu habituelle dans la panabase. Leur forme dominante y est en effet b^1 (110), accompagnée de $+ a^2$ (211) et parfois de $+ 1/2 s$ [χ (321)], de — $1/2\ a^1$ (111) et de — $1/2\ a^4$(411) (fig. 16). Ces cristaux sont d'un gris noir de fer, ils atteignent 2 ^{cm} de diamètre; leurs faces sont ternes et se mesurent difficilement.

Des filons de panabase se trouvent à El Hamma (à 52 km. S. 5° O. de Sétif), ainsi qu'à une centaine de kilomètres de Djidjelli, aux Beni Meraï et au Grand Babor (El-Anasser); ces gisements sont, comme les précédents, dans les calcaires secondaires.

Au Djebel-Touggourt (à 13 k. O. 3° S. de Batna), le même minéral imprègne le jurassique.

La panabase accompagne la chalcopyrite (en filons dans l'aptien) à Ras Pharaoun et à Ghil-oum Djinn, à Bled-el-Hammam (avec galène), à Azerou-Amellal (avec galène) près Khenchela; on la trouve à Sidi-Rgheïss également dans l'aptien, au Djebel-Guereier, près Jemmapes (avec galène et cinabre) dans les calcaires de l'éocène supérieur.

Alger. Il existe à l'ouest d'Alger une intéressante zone cuivreuse essentiellement constituée par des filons de panabase; elle s'observe sur près de 150 kilomètres entre Ténès et Mouzaïa (massif de Milianah); les principales recherches ont été faites aux environs de Mouzaïa, de Milianah et de Ténès. Cette zone se prolonge au sud de Bougie entre Aït-Abbès et le Djebel Babor sur près de 50 kilomètres; la principale mine à citer est celle de Téliouïne.

Ces gisements sont constitués par des filons de panabase argentifère

et de chalcopyrite, avec gangue de sidérose, de barytine et de calcite. Ils se trouvent dans le crétacé, lui-même en contact avec des ophites.

Dans les environs de Ténès, les mines de Oued Bou-Hallou et de Sidi Bou-Aïssi fournissent surtout de la chalcopyrite avec de la panabase argentifère; dans celles de Beni Aquil, la panabase argentifère se trouve seule en filon dans le sénonien avec hématite, barytine et sidérose. Ce sont les mêmes gangues qui renferment la panabase de Mouzaïa, en filon dans le calcaire et les marnes crétacés.

La panabase de ce gisement a été souvent analysée (voir les analyses citées plus haut); elle se présente en magnifiques cristaux à faces brillantes qui font l'ornement des collections. Ceux que j'ai observés proviennent de Mouzaïa, de Beni-Aquil et de l'Oued Bou-Hallou; ils présentent les mêmes formes et atteignent parfois 3 centimètres de plus grande dimension. La plupart d'entre eux font partie depuis longtemps de la collection du Muséum; quelques-uns m'ont été communiqués par M. Gentil : ils sont uniformément constitués par $+ 1/2\ a^1$, $+ 1/2\ a^2$ également développées et de b^1 (110) (fig. 5 sans $- 1/2\ a^1$). Ce n'est que rarement qu'existe le tétraèdre inverse, sous forme de très petites facettes; $- a^2$ est plus rare encore. Les gros cristaux ont parfois une structure polysynthétique par suite de l'emboîtement suivant un axe ternaire de plusieurs individus de même forme. Ces cristaux ont souvent les faces $+ a^1$ bombées. Quand ils sont implantés dans leur gangue par un pointement ternaire et bien engagés dans la gangue, ils ont l'aspect de rhomboèdres basés d'hématite. M. Flajolot a décrit (*A. M.* III. 852. 1853) des cristaux de ce gisement, allongés suivant un axe ternaire. Les uns dans lesquels b^1 (110) domine ont le faciès des fig. 13 et 14; les autres, au contraire, conservent un pointement tétraédrique, mais avec un allongement extrême. Je n'ai pas observé ces divers aspects dans les cristaux que j'ai étudiés.

Au delà de Blidah, la panabase se rencontre en filon dans le cénomanien des Ouled Abed (13 km. 5 Sud, 48° Est de Blidah) avec hématite, galène, etc.; à l'Oued Bouman et à l'Oued Ouradzgéa (au Sud de Rovigo), avec chalcopyrite, dans le cénomanien; enfin à Tarazeouïne et à Azeroun (à 8 k. S. de l'Arba), avec galène, blende et gangue ferrugineuse dans le cénomanien.

Tunisie. — La panabase se trouve avec fluorine dans la mine du Djebel-Oust près Zaghouan.

2° *Dans les sources thermales.*

Champagne. — *Haute-Marne.* Des travaux de captage effectués en 1875 dans les sources thermales de Bourbonne-les-Bains ont mis à découvert un puisard romain qui a été asséché. On a découvert au fond de celui-ci une boue argileuse noire, renfermant à la partie supérieure des morceaux de bois, des noisettes, etc., et plus bas près de 4600 monnaies de bronze, 256 monnaies d'argent et 4 pièces en or (portant les effigies de Néron, d'Hadrien, de Faustine et d'Honorius) ainsi que des statuettes et divers autres objets.



Fig. 17.

Photographies d'un échantillon de panabase des thermes de Bourbonne-les-Bains, épigénisant une monnaie romaine et cimentant de petits cailloux quartzeux. (*Grandeur naturelle.*) A droite la partie cristallisée de l'échantillon est grossie.

Ces monnaies étaient en partie transformées en sulfures cristallisés. Au-dessous de la couche argileuse, se trouvait un lit gréseux de 5 ^{cm} d'épaisseur dont les éléments étaient cimentés par des sulfures métalliques ; il renfermait également beaucoup de médailles extrêmement sulfurées. Tous ces minéraux ont été étudiés par Daubrée (*C. R.* LXXX. 461 et 604.1875 et LXXXI. 182.834.1008).

Les sulfures observés isolément ou réunis sont la chalcosite, la chalcopyrite, l'érubescite et surtout la panabase.

La panabase forme des cristaux extrêmement nets $+ 1/2\ a^1$ avec ou sans $+ 1/2\ a^2$ (211) ; leurs faces sont brillantes, mais un peu arrondies. Ce minéral ne se distingue en rien des cristaux naturels (analyse *i*).

La fig. 17 représente un des nombreux échantillons que j'ai pu examiner dans la collection léguée par M. Daubrée au Muséum.

Dans ce même gisement, on a observé de la cuprite, de la malachite, de la chessylite, de l'atacamite et des minéraux plombifères : galène, cérusite, anglésite.

TENNANTITE

4 Cu^2... S, As^2 S^3

Cubique, tétraédrique.

Macles. Comme la panabase.

Formes observées. *p* (100), a^1 (111), b^1 (110).

Faciès. La tennantite et ses variétés se présentent souvent sous forme de rhombododécaèdres seuls ou associés à des formes tétraédriques : celles-ci s'observent aussi distinctes.

Clivages. Traces de clivages suivant b^1 (110).

Dureté. 3 à 4,5.

Densité. 4,37 à 5,12.

Coloration et éclat. Gris de plomb noirâtre, à noir de fer. Éclat métallique. Opaque.

Composition chimique. La formule 4 Cu^2 S, As^2 S^3 correspond à la composition donnée en *a*).

Le cuivre est souvent remplacé en partie par du fer, du zinc, de l'argent; l'arsenic peut être aussi partiellement remplacé par de l'antimoine (passage à la *panabase*), du bismuth (*annivite*)

b) analyse de la tennantite de Sainte-Marie-aux-Mines par Berthier (*A. M.* 1re série XI. 121.).

	a)	*b*)
S.........	25,5	22,8
Sb........	»	4,5
As........	17,0	25,0
Cu........	57,5	39,2
Fe........	»	4,5
Ag........	»	1,0
	100,0	97,0

Essais pyrognostiques. Voir à *panabase*.

Diagnostic. Voir à *panabase*. La tennantite se distingue de la panabase par la prédominance des réactions de l'arsenic sur celles de l'antimoine qui manquent complètement dans les types purs.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La tennantite se trouve dans les mêmes gisements que la panabase avec laquelle elle présente de nombreux passages.

Plateau central. — *Rhône*. La tennantite a été trouvée en petits nodules dans le quartz et la pyrite cuivreuse de Sain Bel [voir Fournet. (*Ann. Soc. Agric. Lyon*. VI. 320) pour la description des cristaux d'acide arsénieux produits par grillage de ces minerais].

Vosges. — [*Alsace*]. L'analyse *b*) faite par Berthier montre que la tennantite accompagne la panabase à Sainte-Marie-aux-Mines. L'échantillon analysé présentait les mêmes caractères extérieurs que la panabase du même gisement. L'analyse *d*) de la page 723 montre, du reste, que celle-ci renferme une quantité d'arsenic presque égale à celle de l'antimoine.

Algérie. — *Alger*. L'analyse *c*) de la page 723 fait voir aussi que le cuivre gris de Mouzaïa possède une composition intermédiaire entre celle de la panabase et celle de la tennantite.

OXYSULFURES

KERMESITE

$Sb^2 S^2 O$

Monoclinique.

$$[a : c = 1 : 1,4791 \text{ (Kenngott)}]$$
$$x\, y = 77°51'$$

Formes et faciès. La kermésite constitue tantôt des aiguilles à formes rarement nettes, allongées suivant l'orthodiagonale, tantôt de petites masses fibreuses.

Clivages. Clivage h^1 (100) parfait. Sectile. Flexible en lames minces.

Dureté. 1 à 1,5.

Densité. 4,5 à 4,6.

Coloration et éclat. Rouge cerise. Éclat adamantin et métalloïde. Poussière brun rouge. Transparente en lames minces.

Propriétés optiques.

Composition chimique. La formule Sb^2S^2O que l'on peut écrire $2\ Sb^2\ S^3,\ Sb^2O^3$ correspond à la composition suivante :

Sb^2O^3.........	30,0
Sb^2 S	70,0
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, la kermésite noircit, fond et donne un sublimé blanc d'acide antimonique. Si la température est très élevée, la kermésite se sublime. Les autres réactions sont celles de la stibine (voir page 448).

Diagnostic. La coloration, les réactions pyrognostiques et l'association constante avec d'autres minéraux antimonifères permettent de reconnaître aisément la kermésite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La kermésite accompagne très fréquemment la stibine aux dépens de laquelle elle s'est formée. Presque tous les gisements de stibine énumérés page 449 et suivantes renferment à leurs affleurements, en quantité plus ou moins grande, des enduits terreux rouges de kermésite généralement mélangée à de la stibiconite, de la valentinite. Il me semble donc inutile de répéter cette longue liste de gisements, d'autant plus que j'ai déjà indiqué à cette place les gisements les plus riches en kermésite. Je me contenterai de parler ici de trois gisements dans lesquels le minéral se trouve en échantillons nettement cristallins.

Plateau central. — *Corrèze*. La stibine de la mine de Chanac est parfois intimement mélangée à de la kermésite en houppes soyeuses d'un beau rouge cerise, qui semble être de formation contemporaine.

Alpes. — *Isère*. La kermésite se trouve à la mine des Chalanches en petites houppes à éclat très vif, engagées dans l'antimoine natif; plus rarement, on la trouve associée à l'allemontite.

Algérie. — *Constantine*. Le gisement d'Hamimate, célèbre par les magnifiques cristaux de *senarmontite* (voir tome III) qu'il renferme, a fourni quelques échantillons intéressants de kermésite. Les spécimens que j'ai examinés m'ont été donnés par M. Moreau ; ils consistent en un agrégat de fines aiguilles de stibine, creusé de nombreuses géodes que tapissent des croûtes fibreuses, des sphérolites à structure lâche ou des houppes d'aiguilles de kermésite. Elles renferment en outre parfois de fort beaux octaèdres incolores et limpides de senarmontite. Ce minéral est, au moins en partie, postérieur à la kermésite qu'il englobe parfois en prenant alors une coloration rouge.

Ces associations minérales donnent lieu à de fort remarquables échantillons de collection.

VOLTZITE

Zn^5S^4O

Hexagonale ?

Les propriétés optiques données plus loin montrent que la voltzite est uniaxe : par analogie avec la würtzite, on peut supposer que ce minéral est hexagonal. On ne le trouve qu'en globules ayant parfois une structure zonaire très nette, grâce à laquelle on peut enlever des écailles concentriques : à ce point de vue la voltzite est à comparer à la plumbogummite (voir tome III).

Dureté. 4 à 4,5.

Densité. 3,66 à 3,80.

Coloration et éclat. Rouge rosé sale, brun jaunâtre. Opaque. Translucide en écailles très minces. Transparente en lames minces.

Propriétés optiques. M. E. Bertrand a montré que la voltzite de Joachimsthal est uniaxe et positive (*B. S. M.* IV. 59. 1881).

Composition chimique. La formule Zn^5S^4O ou 4 ZnS, ZnO correspond à la composition donnée en *a*).

b) analyse de la voltzite de la mine de Rosiers près Pontgibaud, par Fournet (*A. M.* III. 519. 1833).

	a)	*b*)
ZnS............	82,7	82,82
ZnO............	17,3	15,34
Fe^2O^3..........	»	1,84
	100,0	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, décrépite violemment; une faible chaleur dégage un peu d'eau avec une odeur aromatique, ensuite le minéral noircit, puis prend une teinte vert brunâtre, et enfin jaune. Infusible. Les autres réactions sont celles de la blende pure. L'acide azotique versé sur le minéral pulvérisé l'attaque violemment avec dégagement de chaleur et de vapeurs rutilantes. L'acide chlorhydrique attaque le minéral avec effervescence.

Diagnostic. La densité, l'action de la chaleur et la composition centésimale permettent seules de distinguer la voltzite de la würtzite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau central. — *Puy-de-Dôme*. La voltzite a été trouvée pour la première fois par Fournet (*A. M.* III. 519.1833) dans la mine de Rosiers, près Pontgibaud.

Le minéral s'est présenté dans les fentes d'un quartz noir ou brun foncé, riche en pyrite très divisée. Il forme des mamelons de la grosseur d'un petit pois, accolés et se recouvrant les uns les autres. Le centre des mamelons est cristallin, le reste de leur masse est testacé et divisible en calottes concentriques à cassure conchoïde qui possède un éclat vitreux, parfois résineux. Les calottes vues à plat ont un éclat nacré et une couleur rosâtre sale ou jaune.

Je n'ai pu trouver dans aucune collection d'échantillons français de ce minéral. Celui que possède M. Damour et celui de la collection Adam qui paraissent provenir du même fragment sont très fibreux et ne correspondent qu'imparfaitement à la description de Fournet; de plus, leur gangue est de la calcite blanche lamellaire alors que le minéral des Rosiers était implanté sur du quartz noir. Ces échantillons sont monoréfringents et semblent provenir de Raibel en Carinthie.

Tunisie. — M. G. Stache a cité sans description (*Verhandl. K. K. geol. Reichsanst. Wien.* 1876.56) l'existence de la voltzite dans le gisement calaminaire du Djebel Reças, à 25 km. sud-est de Tunis; ce minéral y accompagne la blende, la galène, la smithsonite, la calamine, etc. Je n'ai pas eu l'occasion de voir d'échantillons provenant de ce gisement.

SELS HALOÏDES

CHLORURES, BROMURES, IODURES, FLUORURES

HALITE

(*SEL GEMME ET SEL MARIN*)

Na Cl

Cubique.

Macles polysynthétiques suivant $a^{7/20}$ (20.20.7) signalées par M. Brauns sur un cristal provenant probablement de Stassfurth (voir plus loin).

Formes observées. — p (100), a^1 (111), b^2 (210).

Faciès des cristaux. Les cristaux des salines sont des cubes offrant très rarement des modifications ; ils sont parfois de très grande taille. Les cristaux qui sont produits par l'évaporation rapide, naturelle ou artificielle d'eau salée, prennent, au contraire, des formes cristallitiques dont le type le plus fréquent est constitué par les *trémies* des marais salants. Ce sont des cubes à faces creuses constitués par une série de gradins décroissants dont l'ensemble limite une cavité pyramidale ayant son sommet au centre du cristal (fig. 1).

L'influence des conditions de la cristallisation sur la forme des cristaux de sel gemme est mise en évidence par un magnifique échantillon que possède la collection du Muséum. Il consiste en un madrier de bois, long de 2 mètres qui a séjourné pendant 18 ans dans une galerie des salines de Dieuze où circulait un filet d'eau salée. Il est couvert de plus de deux milles cubes de sel gemme, absolument réguliers attei-

gnant 3 centimètres d'arête (fig. 2). Ces cristaux sont identiques à ceux qu'on trouve normalement dans les mines de sel et ils diffèrent par suite des cubes en trémies qui, seuls, se produisent par cristallisation artificielle rapide des eaux salées traitées dans ce même gisement. Des formes dendritiques, remarquables, produites par la réunion à axes parallèles d'un très grand nombre de cristaux, sont aussi obtenues artificiellement par l'évaporation des eaux salées des salines. On verra plus loin que ces groupements sont allongés suivant un axe ternaire (fig. 8 à 10).

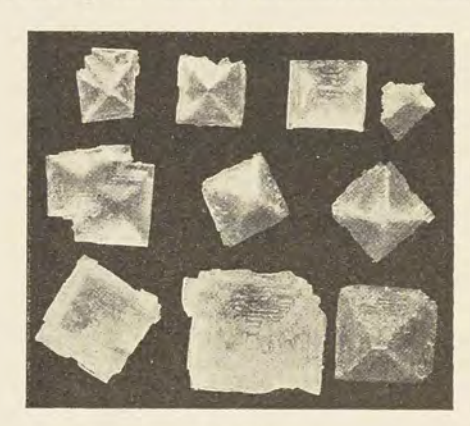


Fig. 1.
Trémies de sel marin des marais salants de Guérande.
(*Photographie grossie deux fois.*)

Le sel gemme se présente aussi en masses clivables, largement ou finement cristallines, en masses fibreuses, bacillaires, stalactiformes ou compactes.

Figures de corrosion. Par exposition à l'air humide, les cristaux de sel gemme se creusent de figures de corrosion ayant la forme de pyramides quadrangulaires, correspondant à des cubes pyramidés (fig. 12).



Fig. 2.
Cubes de sel gemme formés à la surface d'une poutre. Mine de Dieuze. (*Photographie réduite au tiers environ.*)

Clivages. Clivages *p* (100) parfaits, sur lesquels on peut obtenir des figures de percussion parallèles aux axes binaires. Cassure conchoïdale.

Dureté. 2,5. Fragile.

Densité. 2,1 à 2,6.

Coloration et éclat. Incolore, blanc, parfois jaune, rouge, bleu. La coloration rouge est due à des inclusions ferrugineuses. L'origine de

la couleur bleue a donné lieu à de nombreuses discussions. Dans un récent travail (*C. R. Acad. Sc. Cracovie.* 1892), M. Kreutz a montré que les hypothèses proposées (phénomène optique spécial, existence de sous-chlorure de sodium, de composés sulfurés, etc.), étaient inexactes et que cette coloration était due à un sel de fer, à déterminer plus exactement, qui se décolore par chauffage au feu oxydant et redevient bleu par chauffage dans l'hydrogène en présence de vapeurs réductives de sodium.

Éclat vitreux. Transparent ou translucide.

Saveur. Saveur salée caractéristique.

Inclusions. Le sel gemme renferme des inclusions d'argile, de gypse, d'anhydrite, de sel gemme de couleur différente (sel bleu de Dax), etc., on observe aussi des inclusions liquides avec bulles mobiles ou non. Ces inclusions sont souvent d'assez grande taille pour être vues à l'œil nu, elles atteignent même plus d'un centimètre de diamètre.

Propriétés optiques. L'indice de réfraction est de 1,5442 (Langley). Le sel gemme présente parfois des phénomènes de biréfringence plus ou moins nets.

Propriétés calorifiques. — Fortement diathermane.

Composition chimique. La halite de sodium pure a pour composition :

Cl . . .	39,4
Na . .	60,6
	100,0

Le minéral est généralement impur, il est souvent intimement mélangé à divers chlorures (de calcium, de magnésium), à du sulfate de magnésium qui le rendent hygrométrique et déliquescent, à du gypse, de l'anhydrite, etc. Les analyses ci-jointes donnent la composition de quelques-uns des sels utilisés en France pour l'alimentation.

Analyses :

a) du sel marin de Marenne (sel desséché), par Berthier.

b) de l'Étang de Berre, par Naville.

c) du sel recristallisé des salines de Gouhenans (Haute-Saône), par MM. Lange et Naville.

d) de Varangéville (Meurthe-et-Moselle), par MM. Lange et Naville.

e) de Art-sur-Moselle, par MM. Lange et Naville.

	a)	*b*)	*c*)	*d*)	*e*)
Chlorure de sodium......	97,20	97,10	90,05	96,20	94,61
Chlorure de magnésium...	0,40	0,10	0,75	»	»
Sulfate de magnésium....	0,50	0,22	1,45	0,21	0,37
Sulfate de calcium........	1,20	1,12	0,95	0,42	0,37
Eau....................	»	1,40	6,65	3,07	4,59
Résidu insoluble........ ..	0,70	0,05	0,15	0,10	0,06
	100,00	99,99	100,00	100,00	100,00

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, la halite décrépite par suite de la mise en liberté de liquides et de gaz contenus à l'état d'inclusions. Elle fond au rouge (et cristallise par refroidissement), en colorant la flamme en jaune intense. Il est volatil au rouge blanc.

La halite, ajoutée à une perle de sel de phosphore, saturée d'oxyde de cuivre, colore la flamme en bleu d'azur foncé (chlorure de cuivre). Soluble dans trois fois son poids d'eau ; la solubilité est presque la même à 1° C. qu'à 100° C.

Altérations. Le sel gemme ne s'altère pas, mais il est hygrométrique quand il est impur ; il disparaît de ces gisements par dissolution avec la plus grande facilité. Quand il est englobé dans des argiles, il laisse souvent alors un moule qui, postérieurement, peut être rempli par de l'argile, du quartz, du calcaire, par des cristaux de gypse (fig. 14, 16 à 18). Ces moules offrent toutes les particularités des trémies décrites plus haut (marnes du trias).

Dans d'autres cas, c'est l'inverse qui se produit, les trémies de sel gemme se remplissent d'argile, puis, le minéral disparaît par dissolution, laissant ainsi l'empreinte en relief de ses trémies (fig. 15) sous forme de six pyramides réunies autour d'un centre (environs de Paris).

Diagnostic. La saveur salée constitue le caractère essentiel de la halite et permet de la distinguer de tous les autres minéraux solubles ; les réactions du chlore et la coloration de la flamme en jaune intense constituent aussi des caractères complémentaires précieux.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La halite provient essentiellement de l'évaporation de l'eau de mer ou de la concentration d'eau salée ayant lavé des terrains riches en chlorure de sodium. Je le considérerai successivement :

1° Dans les gisements où il cristallise actuellement (*sel marin*) ;

2° Dans diverses assises géologiques (*sel gemme*).

1° *Sel de cristallisation actuelle.*

Il y a lieu de distinguer deux principales catégories de gisement du sel actuel.

La première est constituée par les marais salants, la seconde par les lacs salés des régions désertiques.

a) *Dans les marais salants.*

L'évaporation spontanée de l'eau de mer dans des bassins spécialement aménagés pour l'exploitation du sel fournit une quantité notable de la production annuelle du sel en France : elle s'est élevée à 352.000 tonnes en 1890. Ces bassins portent le nom de *marais salants* sur les côtes de l'Océan, de *salins* sur celles de la Méditerranée.

On sait que l'eau de mer ne contient pas seulement du chlorure de sodium en dissolution. D'après Usiglio (*A. P. C.* XXVII. 2ᵉ série), 1000 gr. d'eau de la Méditerranée prise au large de Cette, renferment les éléments suivants, en ne tenant compte que de ceux qui sont en quantité notable :

Chlorure de sodium......	29,424
— de potassium ...	0,505
Bromure de sodium......	0,556
Chlorure de magnésie.....	3,219
Sulfate de calcium........	1,357
Sulfate de magnésium.....	2,477
Carbonate de calcium.....	0,114
Oxyde de fer............	0,003
	37,665

Soit près de 30 kg. de chlorure de sodium par mètre cube. L'évaporation de l'eau de mer permet aux sels qu'elle tient en dissolution de cristalliser, suivant leur ordre décroissant de solubilité. Quand le point de saturation est atteint pour l'un des sels dissous, celui-ci cristallise. A partir d'un certain degré de concentration, le phénomène se complique par la formation de sels doubles. Le carbonate, puis le sulfate de calcium commencent par se déposer (entraînant des traces de strontium), cela a lieu pour le second quand l'eau salée a été réduite de 37 0/0; le chlorure de sodium ne cristallise que lorsque 93 0/0 de l'eau a été évaporée, puis, on voit apparaître le sulfate, le chlorure de magnésium, celui de potassium, les bromures, des traces de borates, etc.

Les salins et marais salants sont essentiellement constitués par une

triple série de bassins de profondeur décroissante. Ils communiquent avec la mer par un réservoir dans lequel l'eau se clarifie. Celle-ci passe ensuite dans la première série de bassins où elle laisse déposer son carbonate de chaux et son oxyde de fer; elle se concentre davantage dans la deuxième série où elle perd son sulfate de chaux (gypse), et enfin laisse déposer son sel marin dans la troisième. Ces bassins sont réunis entre eux par de nombreux canaux; les eaux mères sont versées de la troisième série à la mer; dans les salins du Midi, elles sont recueillies et traitées pour l'extraction des sels qu'elles renferment (sulfate de sodium et chlorure de potassium).

L'existence (Océan) ou l'absence (Méditerranée) de marées nécessite des particularités spéciales dans la construction et l'exploitation des marais salants; leur détail sort du cadre de cet ouvrage.

L'établissement de marais salants exploitables nécessite non seulement l'existence d'une température suffisamment élevée, mais encore celle de vents secs, c'est pourquoi ce genre d'exploitation ne peut pas réussir indistinctement sur toutes les côtes plates offrant la disposition topographique nécessaire. L'influence de ces conditions climatériques sur la production du sel dans les marais salants est mise en évidence par le tableau suivant emprunté à MM. Fuchs et de Launay et donnant la production annuelle moyenne du sel par hectare.

Portugal (Setubal, Rio Sado)....	250 tonnes.
Camargue......	80 à 100 tonnes.
Ouest de la France............	25 à 30 tonnes.

En France, les principaux centres de salines se trouvent sur la côte de la Méditerranée près de l'embouchure du Rhône et sur les côtes de l'Océan autour de celle de la Loire, de la Charente, etc.

Sur les côtes de la Méditerranée, le peu de fréquence des pluies permet de ne faire que rarement la récolte du sel (en moyenne tous les quarante jours et parfois une fois par an), celui-ci forme alors des couches épaisses de plusieurs centimètres; il est très pur, d'un beau blanc.

L'abondance des pluies dans l'ouest au contraire, force les saulniers à écumer avec un rateau la surface des eaux concentrées, et cela tous les jours quand le temps le permet. Le sel ne se trouve alors qu'en petits cristaux fréquemment souillés par un peu d'argile qui lui donne une teinte grisâtre. Il est ensuite disposé en tas recouverts et laissé ainsi à l'air de façon à permettre aux sels de magnésium déliquescents de disparaître.

Les cristaux de sel formés dans les salins et les marais salants ont toujours la forme de trémies dont la figure 1 représente les princi-

paux types. Dans les marais salants de l'Ouest, ils sont petits et généralement isolés; dans les salins du Midi, au contraire, ils sont d'ordinaire de plus grande taille et l'on peut extraire des trémies ayant plusieurs centimètres de côté. Lorsqu'on les disloque, on trouve dans leurs débris de curieux groupements cristallins dont la figure 3 représente un exemple. Ces trémies sont constituées par l'emboîtement le long d'un axe ternaire d'un grand nombre de trémies élémentaires réduites à trois faces. Le cristal qui se trouve à l'extrémité de ces groupements à symétrie rhomboédrique a des arêtes vives et des faces généralement planes. Les autres sont cristallitiques et vont en augmentant de taille à mesure que l'on s'éloigne du sommet. Le plus souvent, le cristal terminal seul est libre à la surface de la croûte saline observée.



Fig. 3.
Cubes en trémies de sel marin des salines de la Méditerranée allongés suivant un axe ternaire. (*Photographie grandeur naturelle.*)

b) *Dans les lacs salés désertiques.*

Les salines naturelles ou *sebkha* constituent une des particularités minéralogiques intéressantes de l'Algérie. Ce sont des lacs peu profonds en voie d'évaporation, dans lesquels se réunissent les produits du lavage des terrains plus ou moins salés qui forment leur bassin hydrographique. Leur évaporation spontanée ou facilitée par des travaux spéciaux donne pendant l'été une quantité de sel plus ou moins grande qui a été exploitée depuis la plus haute antiquité.

Les eaux de ces lacs renferment en outre du chlorure de sodium, des chlorures de magnésium, de calcium, des sulfates et parfois une certaine quantité de carbonate des mêmes bases, etc.

Le sel de ces gisements présente les mêmes particularités cristallographiques que celui des salins du midi de la France.

Constantine. Des salines naturelles se rencontrent à Hodna (60 km S. de Bordj-bou-Arréridj), aux environs de Sétif (Moul Guemel, Aïn-

Melloul, El-Hamiet, El-Harbine, El-Bazer, El-Beïda), à Chol-Melrir (80 km. S.-E. de Biskra), au sud de Constantine (Mzouri et Tinoilt), Djendeli, El-Meursel, Ank-el-Djemel, El-Guellif), à El-Tarf (28 km. O. 33° S. d'Aïn Beïda) et à Sbikra (16 km. E. S.-E. de Khenchela).

Alger. Les salines naturelles sont abondantes dans le département d'Alger ; on en exploite à Zahrez-R'arbi (42 km. N. 55° O. de Djelfa) et à Zahrez-Chergui (64 km. N. 35° E. de Djelfa).

Oran. Les salines du Grand lac d'Oran, d'Arzeu (14 km. de cette ville), de Bou-Zian (14 km. N. 37° E. de Relizane), de Bordjia près Mostaganem sont exploitées.

La saline d'Arzeu a été spécialement étudiée par Ville (*Recherches sur les roches, les eaux, etc., de la province d'Alger et d'Oran*. 82.1852) ; la cristallisation du sel commence en avril ; tous les corps faisant saillie au-dessus de l'eau s'entourent alors d'une enveloppe de cristaux cubiques de sel, ayant de 1 à 2^{cm} d'arête. Le fond du lac se couvre de boursoufflures (ayant de 4 à 5^{cm} de flèche sur 20 à 30^{cm} de diamètre) supportant de beaux cristaux de sel. La couche saline ne dépasse pas 10^{cm} d'épaisseur. Ce sel renferme en moyenne 2 0/0 de chlorures terreux, dont on peut le débarrasser en l'exposant aux eaux de pluie.

M. Flamand m'a signalé des gisements de sel dans la région saharienne comprise entre les plateaux de Lammadas et l'Erg. (Daïa-Melah-Mta-Zirara et Haci-el-Morr). Le sel de Zirara est gris, très cristallin ; il forme des couches de 20 à 30^{cm}, alternant avec des bancs gypseux et des bancs de gypse ; il s'étend sur 2 km. 5 de long sur 700 mètres de large. Il est recouvert par des dépôts à *Cardium edule*, il est probablement quaternaire récent. C'est à ces dépôts qu'appartiennent les gisements de sel du Touat et du Gourara et la célèbre sebkha d'Amadghar des itinéraires Flatters. A Haci-el-Morr le sel est très magnésien et par suite de mauvaise qualité.

Soudan français. — Des gisements de sel sont exploités par les Maures dans le Sahel soudanais ; ces gisements, signalés récemment par M. de Lartigue (*Afrique française*, n° 3), se trouvent dans deux centres principaux.

La sebkha la plus occidentale est celle d'El-Khadera, à 20 jours de marche au N. de Chinguitti. C'est une vaste dépression dont le centre est occupé par une sorte de lac rectangulaire, mesurant environ 50 km. de côté (ce lac est complètement à sec pendant l'été) ; pour

l'exploiter, les Maures enlèvent tout d'abord la couche superficielle de sable apportée par le vent, puis ils détachent sous forme de barres le sel grenu, disposé par couches successives, ayant de 5 à 8 ^{cm} d'épaisseur; il est parfois d'un beau bleu d'azur. A une profondeur d'environ 1 mètre, l'exploitation cesse par suite de la rencontre de l'eau. Les cavités artificielles ainsi formées sont remplies d'eau pendant la saison des pluies; il suffit de deux ou trois ans pour qu'elles soient de nouveau remplies par du sel cristallisé.

Le centre de l'exploitation le plus oriental est la sebkha de Taraze (à deux journées au nord de Taodenit) située sur la route de caravane de Tombouctou au Maroc; elle fournit un sel très blanc dans les mêmes conditions que la sebkha précédente.

Notons enfin que l'évaporation spontanée de toutes les mares du Sahel fournit un sel impur, exploité par les indigènes.

2° *Dans les formations sédimentaires antérieures au quaternaire.*

Les dépôts de sel que l'on rencontre dans les assises géologiques (*sel gemme*) doivent leur origine à des phénomènes spontanés analogues à ceux qui sont réalisés artificiellement dans les marais salants et qui se produisent spontanément aujourd'hui encore sur les bords de la mer Caspienne et de la mer Noire.

Le sel gemme est associé à du gypse, à de l'anhydrite, à de la polyhalite, à de la carnallite, à de la glauberite, à des carbures d'hydrogène, etc.

Les conditions de formation de semblables dépôts ont été analysées par M. Ochsenius (*Congrès géol. intern. Berlin*, 1885; voir aussi de Lapparent, *Géologie*. 324. 1893). Il faut tout d'abord que le bassin d'évaporation soit séparé de la mer par un barrage qui gêne sa communication avec elle, sans l'interrompre toutefois; il faut que le climat soit sec, afin que l'évaporation soit possible et enfin que le bassin ne reçoive que peu d'eau douce. Quand ces conditions sont réalisées, l'évaporation se produit et la cristallisation commence dans l'ordre indiqué plus haut; elle débute par des dépôts de gypse [1], puis le sel gemme se forme. Si la communication avec la mer est possible et si la densité de l'eau mère (sulfates, chlorures, bromures, iodures, etc.) lui permet de vaincre la

1. Telle est l'origine de la plupart des gisements de gypse français qui seront étudiés dans le tome III; je ne m'occupe ici que des gisements dans lesquels l'évaporation de la lagune a été poussée assez loin pour donner du sel.

force du courant apportant l'eau du large, tous les sels très solubles disparaissent du bassin d'évaporation. L'eau de mer en arrivant dans celui-ci laisse précipiter son sulfate de chaux qui, d'après M. Ochsenius, peut se déshydrater dans ce milieu riche en sels dissous et former ainsi, à la surface du sel gemme déjà cristallisé, un dépôt d'anhydrite.

Le même savant explique la production de la polyhalite par l'attaque de l'anhydrite, consécutive de l'évaporation complète de l'eau de mer, quand un accident orogénique vient interrompre d'une façon définitive la communication avec le large. Ainsi s'expliquent le dépôt des sels variés, généralement déliquescents, qui surmontent les dépôts de sel gemme du célèbre gisement de Stassfurth en Prusse, mais qui ne se rencontrent dans aucun des gisements étudiés plus loin.

En même temps que ces phénomènes de cristallisation se produisent dans les bassins d'évaporation, des vases se déposent et viennent alterner avec les dépôts salins. Les principaux gisements salifères se trouvent dans le trias et à divers niveaux du tertiaire.

La production française a atteint 491.000 tonnes en 1890.

a) *Dans les assises triasiques.*

Le principal niveau dans lequel on trouve en France du sel gemme est constitué par le trias et notamment par sa partie supérieure, le keuper (marnes irisées). Il est toujours associé à du gypse avec lequel il forme généralement des alternances de couches, maintes fois répétées.

Tous les gisements étudiés plus loin, sauf ceux d'Algérie, n'affleurent pas à la surface du sol, mais se trouvent en profondeur; un petit nombre d'entre eux sont exploités dans des mines, le plus grand nombre le sont par dissolution à l'aide de sondages qui atteignent la masse gypseuse et y font pénétrer les eaux des niveaux aquifères traversés. Ces eaux sont ensuite pompées et évaporées artificiellement.

Je citerai dans ce même paragraphe quelques sources chlorurées sodiques, très riches en sel, qui proviennent, à l'évidence, du lavage naturel de gisements analogues à ceux dont il vient d'être question. Le lecteur que cette question intéresserait, trouvera l'étude de toutes les sources chlorurées françaises dans le livre de MM. Jacquot et Wilm (*Les eaux minérales de France*. 1894).

Le sel gemme ne se présente pas comme le sel marin en trémies,

mais en cristaux à faces planes, facilement clivables et dépassant souvent un décimètre de plus grande dimension. Il forme aussi des masses lamellaires, fibreuses, grenues, etc. Il ne peut être employé à cet état, sauf pour le bétail ; il est donc ensuite dissous et traité comme les eaux salées naturelles. Les eaux résultant de sa dissolution sont évaporées ; dans les gisements français, on a presque complètement abandonné le vieux système de première concentration, consistant à faire tomber l'eau à travers des tas de fagots disposés dans la direction du vent principal de la région (bâtiments de graduation) ; ce procédé permet d'obtenir non seulement une concentration, mais encore une purification de l'eau salée qui laisse déposer son carbonate et son sulfate de calcium ainsi que son oxyde de fer. Aujourd'hui ces eaux salées (parfois purifiées par addition d'un lait de chaux qui précipite du sulfate de calcium et de la magnésie hydratée) sont concentrées par la chaleur artificielle.



Fig. 4.
Cubes de sel à faces creuses.
(*Photographie réduite de moitié.*)

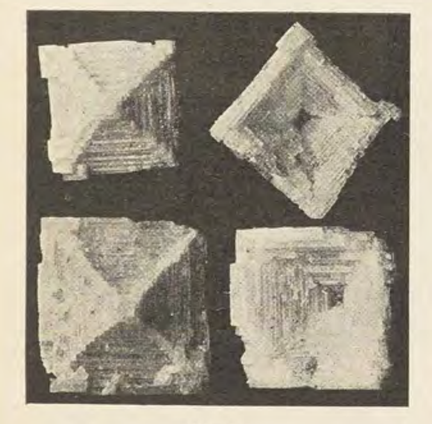


Fig. 5.
Cristaux de sel, vus parallèlement à une face cubique, montrant à droite des trémies en creux et à gauche des trémies en relief. (*Photographie un peu réduite.*)



Fig. 6.
Trémie de sel vue de profil.
(*Photographie grandeur naturelle.*)

On fait varier à volonté la grosseur du sel d'après la façon dont est conduite l'évaporation. Si celle-ci est lente, les petits cristaux qui se forment à la surface du liquide se réunissent pour former des trémies

qui tombent au fond de la dissolution quand ils ont pris une certaine taille.

Si, au contraire, on fait cristalliser le sel à l'ébullition, les petits cubes ne peuvent se souder et l'on a alors le sel fin ou sel à la minute.

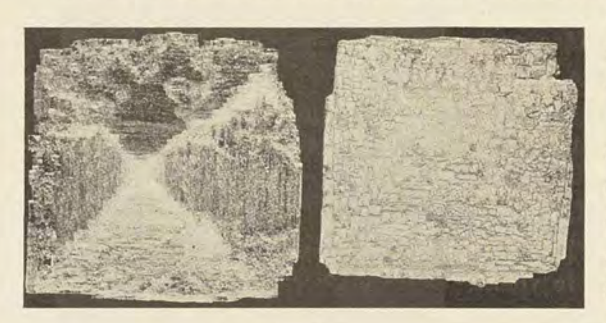


Fig. 7.

Trémies de sel. (*Photographie reduite de moitie.*)

La fig. 4 représente de gros cristaux cubiques de sel, avec indication de trémies obtenues par cristallisation à 40 ou 55° C : leurs dimensions varient de 5^{mm} à 3 centimètres. Les fig. 5 à 7 sont faites d'après des photographies de trémies obtenues entre 55 à 65° C. Pour obtenir des trémies de grande taille, atteignant 10 centimètres d'arête, il est nécessaire d'ajouter à la dissolution une petite quantité d'alun. Les photographies ci-jointes montrent bien la structure de ces trémies, et font voir comment elles s'accroissent par l'adjonction de petits cubes, groupés à axes parallèles. Je dois les beaux échantillons photographiés à l'obligeance de M. Maugras qui les a obtenus à Varangéville.



Fig. 8.

Groupe de cristaux de sel (Salines de Salins).
(*Photographie réduite au cinquième environ.*)

Au cours de l'évaporation, il est nécessaire d'enlever les sels moins solubles que le chlorure de sodium qui se précipitent avant lui ; cette opération du *schlottage* précède bien entendu la récolte du sel, ou *salinage*.

Les eaux mères sont conservées et utilisées pour l'extraction de quelques-uns des sels qu'elles tiennent en dissolution.

La fig. 8 représente un groupement de sel obtenu à Salins par cristallisation spontanée d'une solution concentrée. Il est constitué

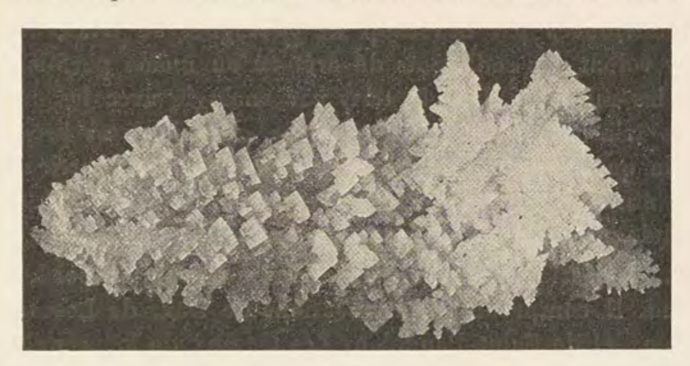


Fig. 9.
Groupe de cristaux de sel. (Fragment de l'échantillon reproduit par la fig. 8.)
(*Photographie grandeur naturelle.*)

par des groupements de cubes, disposés à axes à peu près parallèles pour former de grands squelettes cubiques.

La fig. 9 représente un fragment grossi du même échantillon.

Enfin, la fig. 10 donne un exemple de l'allongement suivant un axe

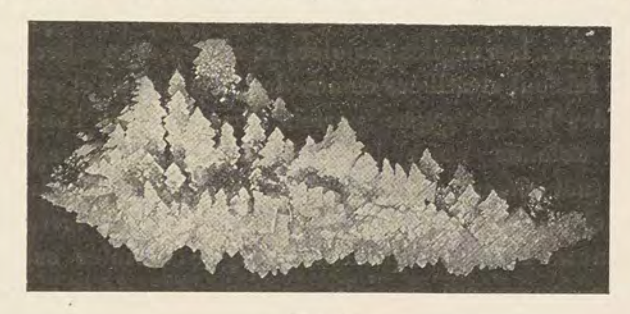


Fig. 10.
Groupe de cristaux de sel allongés suivant un axe ternaire. (Fragment de l'échantillon reproduit par la fig. 8.) (*Photographie grandeur naturelle.*)

ternaire de ces groupements de cubes ; on y voit en petit la disposition représentée par la fig. 2.

Dans beaucoup de gisements triasiques, on ne trouve plus de sel gemme, mais la présence de ce minéral au moment du dépôt des marnes irisées est attestée par l'existence de cubes en forme de trémies (fig. 12), résultant de l'épigénie de ses cristaux par de la marne, du calcaire, du quartz, etc.

Pyrénées. — Il existe dans le sud-ouest de la France de nombreux gisements salifères en relation avec des ophites et des marnes bariolées qui sont attribuées par beaucoup de géologues au trias, alors que d'autres y voient des sédiments du crétacé ou même parfois du tertiaire. Je les range ici dans le trias par analogie avec les gisements ophitiques triasiques de l'Ariège que je connais, sans préjuger du reste de la question sur les gisements salifères en particulier que je n'ai pu étudier personnellement avec assez de détail. M. Nentien m'a fourni de nombreux renseignements sur cette région.

Landes. Le bassin salifère de Dax s'étend de Dax, au nord, à Pouillon, au sud. Il comprend les concessions de Dax, de Lescourre, de Montpeyroux et de Saint-Pandelon. Les travaux de la première mine sont actuellement suspendus : ils s'étendaient sous la ville de Dax et, après quelques affaissements, on a jugé prudent de les suspendre. Ceux de Saint-Pandelon sont aujourd'hui à la profondeur de 135 mètres. Les concessions de Lescourre et de Montpeyroux n'ont jamais été exploitées.

Le sel se trouve (Dax, Saint-Pandelon, Montpeyroux, etc.) en masses lenticulaires, plus ou moins mélangées avec des argiles bariolées. Il renferme en outre des fragments d'ophite, de gypse, d'anhyprite, de calcaire. Les argiles bariolées au milieu desquelles se trouvent ces gîtes de sel sont stratifiées comme le sel lui-même et renferment en abondance des lits de gypse (parfois fibreux) et de l'anhydrite, des cristaux de dolomie noire (Saint-Pandelon), de l'aragonite (type Bastennes) (notamment entre Dax et Pouillon) et plus rarement (Saint-Pandelon), des cristaux de pyrite, etc. Les terrains voisins appartiennent au crétacé supérieur. L'argile bariolée salifère et le sel lui-même renferment de jolis cristaux de quartz rouge bipyramidés qu'on trouve en abondance au fond des cuves de dissolution et mieux encore sur les haldes où l'on dépose les boues de dissolution ; la pluie en délayant l'argile les laisse en saillie. Quelquefois le gypse devient assez abondant au milieu des argiles pour être exploitable (carrières à l'ouest du cap de Montpeyroux).

Il existe une source salée naturelle à mi-chemin entre Mimbaste et Pouillon.

Le sel de Dax présente de grandes variations d'aspect. A côté de roches à grains uniformes, se trouvent de nombreux types, rendus porphyroïdes par suite du développement de cristaux de grande taille

pouvant atteindre plus d'un décimètre. Les variétés fibreuses sont assez fréquentes.

Les variations de couleur ne sont pas moindres; les types incolores, blancs, jaunes, rougeâtres, rouge vif et enfin bleus se rencontrent soit seuls, soit mélangés, donnant ainsi des échantillons d'un très bel effet.

Une mention spéciale doit être faite pour le sel bleu. Tantôt la coloration est répandue d'une façon irrégulière au milieu d'un bloc de sel gemme, tantôt elle est localisée dans de petits cristaux d'un bleu pouvant devenir presque noir; ces cristaux sont distribués d'une façon quelconque au milieu de la masse grenue ou même au milieu d'un gros cube de sel.

L'examen microscopique montre que dans ces cristaux bleus la matière colorante est distribuée sans ordre, sous forme de flammèches irrégulières se fondant insensiblement sur leurs bords.

J'ai examiné quelques cubes de clivage présentant une légère teinte opaline. Au microscope, on voit que celle-ci est due à des inclusions bleuâtres renfermant parfois une large libelle.

A Saint-Pandelon, se trouvent dans les argiles de magnifiques cristaux transparents atteignant plus d'un décimètre de plus grande dimension. Les échantillons de cette région m'ont été obligeamment communiqués par M. Favre.

Dans le même département et à la frontière des Basses-Pyrénées, il faut citer, comme très analogues aux précédents, les gisements de gypse de Bastennes-Gaujacq dans lesquels se trouvent quatre anciennes concessions de bitume (Armantieu, l'Échalassière, Labourdette, Pozat); on y trouve des sources salées, mais les sondages n'y ont pas encore fait trouver de lentilles de sel. C'est dans le gypse de Bastennes que se rencontrent les cristaux bien connus d'aragonite (voir tome III).

Basses-Pyrénées. Le bassin salifère de Salies de Béarn est le plus anciennement connu dans les Pyrénées; il a été longuement décrit par de Dietrich qui a donné d'intéressants détails sur le curieux régime économique de son exploitation, régime qui s'est en partie conservé jusqu'à nos jours. Ce bassin renferme du Nord au Sud les trois concessions de Salies (eau salée) [Puits du Griffon, de la Trompe, de Baudat et Fontaine de Boyàa, cette dernière très ancienne], d'Oraas (eau salée) et de Sauveterre-de-Béarn (sel gemme). Dans ce dernier gisement deux sondages ont rencontré le sel gemme sur plus de 150 m. de puissance

sans en atteindre la limite. Il se trouve dans les mêmes conditions que dans les précédents gisements, mais l'ophite y affleure plus rarement.

Les bancs de gypse de Caresse sont à rapporter à la même bande salifère. Il existe d'ailleurs des sources salées à Caresse et à Léren, localités situées à l'ouest de Salies-de-Béarn.

Les gisements de Salies paraissent prolonger vers le Sud celui de Bastennes-Gaujacq. Il faut rapporter à la même bande les gisements de bitume de l'arrondissement d'Orthez (Baigts, Bérenx, Sainte-Suzanne, Castagnède) et aussi le gisement de soufre de Saint-Boës. Signalons enfin ici les sources salées de Camou et de Larrau, dans la Soule, et celles d'Aincille et d'Estérençuby près de Saint-Jean-Pied-de-Port. Ces dernières étaient exploitées du temps de Dietrich, elles sont aujourd'hui complètement abandonnées.

Le bassin salifère de Bayonne-Briscous renferme de nombreuses concessions de sel gemme (Brindos, Larralde, Eyhartzia, Saint-Jouan, Urcuit, Bidart) et de sources salées (Harretchia, six concessions réunies de Briscous, Urcuit, Gortiague; enfin d'autres sources salées non concédées : Urgatia, etc.).

Le centre des sources salées est la dépression de Mouguerre-Briscous, mais le sel gemme existe à peu près partout et l'ensemble du bassin orienté de l'Est à l'Ouest occupe une partie des collines basses située au Sud de l'Adour, et forme une bande de largeur variable (maximum 4 km.) allant de l'Océan (au Nord de Bidart) à Urt.

Les conditions de gisement sont identiques à celles de Dax : au milieu des calcaires, schistes et quartzites du cénomanien (flysch à silex), on trouve des dépressions occupées par des argiles bariolées à quartz rouge bipyramidé et aragonite (type Bastennes), entremêlées de lits plus ou moins minces de gypse et d'anhydrite. Le sel, bien stratifié, forme des lentilles au milieu de ces argiles et renferme comme elles des fragments d'ophite, de gypse et d'anhydrite. Ce gisement salifère est en relation évidente avec des pointements d'ophite qui en jalonnent la direction, et dont le plus important est celui du tunnel de Villefranque, entre les deux mines de Brindos (Bassusarry) et de Larralde (Villefranque).

M. Detroyat a bien voulu me communiquer une intéressante série de sels de Brindos; ils sont à éléments moyens, plus rarement porphyroïdes qu'à Dax; les belles variétés rouges rappellent celles du sel de la Lorraine : les grands cristaux cubiques ne sont pas rares; mais,

c'est surtout à Larralde (Villefranque) que l'on trouve assez fréquemment, engagés dans l'argile, de magnifiques cristaux de sel gemme absolument transparents, donnant par clivage des solides d'une limpidité et d'une transparence parfaites. Ces cristaux présentent souvent des figures de corrosion (fig. 11) remarquablement nettes (voir plus haut).



Fig. 11.
Photographie de la surface d'une face p (100) du sel gemme de Larralde, montrant les figures de corrosion correspondant à un cube pyramidé.
(*Grossissement de 4 diamètres.*)

Le gypse en masses importantes est exploité à Lahonce dans deux grandes carrières situées au pied d'un escarpement ophitique, au voisinage du chemin de fer.

Haute-Garonne. A Salies du Salat, se trouvent des lentilles de sel gemme dans les mêmes conditions qu'à Villefranque. On les exploite depuis 1884 par dissolution, à l'entrée du vallon de Peyret; il existe aussi une source chlorurée sodique, exploitée, qui renferme 30 gr. de chlorure de sodium par litre.

Les premiers sondages ont rencontré le sel à 206 mètres et se sont arrêtés à 250 mètres de profondeur. Un nouveau sondage a atteint 255 mètres. Les échantillons de ce niveau que j'ai examinés, grâce à l'obligeance de M. Huc, sont constitués par un sel à grands éléments, gris blanc, rouge ou violacé, il est mélangé à un peu d'anhydrite, de gypse et de pyrite. A 261 mètres, on a rencontré une roche compacte formée par du sel incolore englobant de petits cristaux d'anhydrite et quelques cristaux de pyrite. L'examen microscopique permet d'y constater, en outre, l'existence de gypse, de cristaux corrodés de dolomie, des lamelles blond clair de phlogopite, et enfin de petits grains de tourmaline et de rutile. Tous ces minéraux sont englobés par de grandes plages de sel gemme à clivages cubiques; ils se concentrent parfois pour former dans le sel des nodules plus durs. La cassure de cette roche ne fait pas penser au premier abord à une roche hétérogène, mais les échantillons exposés pendant quelques instants sous un filet d'eau permettent de distinguer le sel gemme des minéraux insolubles qui restent en relief à sa surface. Les silicates de cette roche sont ceux que j'ai signalés dans les assises calcaires ou gypseuses de cette région, métamorphisées par les ophites.

Ariège. Les sources salées de Camarade et de Gausseraing, près le Mas d'Azil se trouvent également dans les mêmes conditions; celles de Camarade étaient déjà connues du temps de Dietrich.

Corbières. — *Aude*. Près de la petite station thermale de Rennes-les-Bains, sont situées les sources de la Salz, à Sougraine, qui sourdent à 707 mètres d'altitude au milieu de marnes bariolées à quartz bipyramidé; elles renferment 66 gr. de sels par litre (56 gr. de chlorure de sodium); elles ont été exploitées autrefois.

Plateau Central. — *Rhône*. Les argiles bariolées de Chessy, de Poleymieux au Mont d'Or, de Blacé, près Villefranche, renferment des trémies cubiques, épigénies de sel gemme.



Fig. 12.
Pseudomorphoses de cubes de sel gemme des marnes bariolées du trias. (*Photographie réduite au tiers.*)

Saône-et-Loire. Les marnes bariolées de la Grange-du-Bois, près Solutré et Leynes renferment en assez grande abondance des trémies cubiques argileuses, pseudomorphoses de cristaux de sel gemme.

Côte-d'Or. Des pseudomorphoses du même genre m'ont été signalées par M. Collot dans les arkoses triasiques de Malain et dans les grès de Thoreille près Arnay-le-Duc.

[**Alsace**]. — Des pseudomorphoses de sel gemme se rencontrent aussi dans le trias de Saint-Avold.

Lorraine. — *Meurthe-et-Moselle*. Les gisements salifères de la Lorraine se trouvent dans la partie supérieure du keuper gypseux. Le sel gemme constitue de très nombreuses couches, associées à du gypse renfermant parfois des cristaux bipyramidés de quartz.

Les concessions exploitées se rencontrent dans les vallées de la Meurthe et du Sanon, depuis Nancy jusqu'à Rosières-sur-Salines et Einville-au-Jard : ce sont les suivantes que j'énumérerai en allant du Sud-Ouest à l'Est : Sainte-Valdrée, les Aulnois, Pont de Saint-Phlin, la Madeleine à Laneuveville, Art-sur-Meurthe, Saint-Nicolas et Rosières-en-Varangéville, Dombasle, Portieux, Flainval, Crévic, Sommerviller, Maixe, la Sablonnière et Saint-Laurent-en-Einville.

Du sel gemme a été trouvé aussi dans des sondages à Lunéville.

Les lentilles de sel sont elles-mêmes constituées par des bancs superposés qui se distinguent les uns des autres par des variations de structure ou de couleur. Le sel gemme est formé par un agrégat de cubes de diverses dimensions, mais atteignant souvent plusieurs centimètres. En général, le sel est teinté en gris ou en rougeâtre par de l'argile et il n'est que translucide ; ses lits alternent souvent avec des bancs marneux dans lesquels sont englobés des cristaux cubiques transparents pouvant atteindre plus d'un décimètre.

Certaines couches sont finement grenues ou même nettement bacillaires. Celles-ci sont allongées suivant un axe binaire ; les lames de clivage *p* montrent des angles rentrants et rappellent par suite celles des feldspaths tricliniques. Ces angles correspondent à une macle polysynthétique suivant un octaèdre pyramidé.

L'exploitation de toutes ces mines se fait par dissolution, sauf à Varangéville et à Saint-Laurent-en-Einville où l'on exploite le sel dans des mines souterraines. C'est du premier de ces gisements que viennent la plupart des beaux échantillons qui se trouvent dans les collections ; ceux que j'ai examinés m'ont été remis par M. Maugras.

Le sel de Lorraine est accompagné non seulement de gypse, mais encore d'anhydrite, de polyhalite, etc.

[*Lorraine*]. Les célèbres mines de Vic, de Moyenvic, de Château-Salin et de Dieuze situées dans la vallée de la Seille, non loin de la frontière française, sont sur le prolongement septentrional des gisements de la Meurthe-et-Moselle. Le sel gemme s'y trouve dans les mêmes conditions, il se présente en magnifiques échantillons. La collection du Muséum possède un cube de sel provenant de Vic qui atteint 8^{cm} d'arête ; il montre une large face a^1 (111). La collection de l'École des mines renferme un curieux échantillon de cristaux de sel recueilli dans une galerie de la mine de Vic ; ce sont des cubes,



Fig. 13.

Sel gemme fibreux de Dieuze. (*Photographie un peu réduite.*)

aplatis suivant une face p, avec des faces b^2 (210) et a^1 (111); celles-ci présentent dans leur développement une tendance à l'hémiédrie tétraédrique.

Fig. 14.

Cube de sel gemme, montrant des zones d'accroissement. Cristal détaché de l'échantillon représenté par la fig. 2. Mine de Dieuze.
(*Photographie grossie deux fois.*)

A Dieuze, les couches fibreuses de sel ont souvent plus de 20 cm d'épaisseur dans la direction d'allongement des fibres (fig. 13); les échantillons rouges y sont très abondants.

J'ai décrit page 744 le curieux échantillon (fig. 12) de cristaux de sel de Dieuze que possède la collection du Muséum, cristaux formés lentement dans une galerie abandonnée. Ces cristaux cubiques sont zonés (fig. 14) et présentent sur les faces cubiques des reflets chatoyants bleuâtres rappelant ceux de la pierre de lune.

Vosges. — *Haute-Saône.* Des salines existent à Gouhenans et à Melecey; elles sont exploitées par sondages.

Jura. — Les gisements du Jura se trouvent à un niveau inférieur à celui des gisements lorrains; ils s'observent à la base du keuper.

Doubs. Plusieurs salines sont situées aux environs de Besançon et notamment à Pouilley-les-Vignes, à Miserey, à Châtillon. Elles sont exploitées par dissolution, le niveau salifère est à 150 ou 200 mètres au-dessous du niveau du sol.

Jura. Dans ce département, l'industrie saulnière est assez active aux environs de Lons-le-Saulnier (salines de Montmorot, de l'Étang du Saloir), à Salins et à Arc et enfin à Grozon entre Arbois et Poligny.

L'exploitation se fait par dissolution; les sondages ont rapporté des blocs de sel gemme blanc, gris, jaune, rouge ou noir, parfois cristallisé en cubes nets, mais constituant le plus souvent des masses laminaires ou fibreuses. D'après Ogérien, les variétés fibreuses sont mélangées de polyhalite.

Par évaporation des eaux riches en sel, il se produit parfois de magnifiques cristallisations. Les figures 8 à 10 représentent un échantillon de ce genre provenant de Salins. Il est formé par des groupements cristallitiques de cubes offrant une grande analogie avec ceux qui

ont été signalés dans la galène. Ils sont ici d'une remarquable régularité.

A Salins, des sources salées sont utilisées pour l'usage balnéaire; elles renferment 23 gr. de chlorure de sel par litre.

Alpes. — *Savoie.* Les calcaires du muschelkalk de la Tarentaise sont recouverts par de puissantes couches de gypse et d'anhydrite qui sont localement imprégnées de sel gemme (Bourg Saint-Maurice, Moûtiers).

A Salins, localité située à 1,600 m. au sud de Moutiers, se trouve une source minérale, aujourd'hui utilisée pour la thérapeutique, mais exploitée comme saline jusqu'en 1866. La densité de son eau est de 34° C; elle renferme 16 gr. 69 de résidu par litre dont 12,49 de chlorure de sodium.

Algérie. — Il existe en Algérie un grand nombre de gisements de sel gemme qui, grâce au climat chaud et sec de cette région, peuvent affleurer à la surface du sol. Des sources salées, exploitées par les indigènes pour l'extraction du sel, sont le résultat du lavage de gisements analogues, situés en profondeur. Ces gisements, renfermant des marnes bariolées (avec parfois des cristaux bipyramidés de quartz) et de gypse ont été rapportés par la plupart des géologues algériens à divers niveaux du crétacé et même du tertiaire. M. Marcel Bertrand et plus récemment MM. Blayac et Gentil ont attribué quelques-uns d'entre eux au trias. Je les réunis ici tous ensemble sans rien préjuger de la question d'âge que je n'ai pas été personnellement à même d'apprécier (Voir à ce sujet, Ville. *Recherches sur les roches des provinces d'Alger et d'Oran* 1852 et 1857 et la *Notice minéral. publiée en 1889 par le service des mines d'Algérie*).

Constantine. Une énorme masse de sel gemme se trouve à El-Outaïa (25 km. N. 20° O. de Biskra), dans des masses bariolées à cristaux de quartz, associées à des cargneules et des gypses (triasiques d'après M. Marcel Bertrand); il est rare, au contraire, dans les mêmes conditions au Djebel-Zouabi, près Sedrata (triasique d'après MM. Blayac et Gentil), au Djebel Metlili (66 km. O. 28° S. de Batna), à l'Ouleb-Kebbeb (18 km. O.-S.-O. de Milah).

De nombreuses sources salées se trouvent aux environs de Bougie (Mont Sissa, Beni Ourtillan, El Mellaha, Dra-el-Arbaa), de Sétif (Aïn-Kronna, Beni Ismaïl), de Batna (Ouled-Ali, Djebel Touggourt, Kraïm-Saïd), de Milah (Aïn-Radjeradja, Aïn-Serzokra), de Constantine (Djebel-Zrouabi).

Alger. Le rocher de sel (Djebel Sahari) de Rang-el-Melah, à 23 km. N.-N.-O. de Djelfa, forme des escarpements, atteignant 35 mètres de hauteur. Il est formé en grande partie par du sel gemme d'un gris bleuâtre, veiné de diverses couches d'argile gypseuse. Sa surface est très ravinée ; les circulations d'eau souterraine y ont creusé de grandes cavités, tapissées de stalactites de sel. De beaux cristaux et de larges lames de clivages cubiques, transparentes, ont été trouvées au Djebel Sahari.

Ville et les auteurs qui ont écrit sur cette région ont considéré ce gisement salifère comme éruptif et postérieur au miocène. Des sources salées sortent de ce rocher de sel.

A Aïn-Hadjera (44 km. O. de Djelfa) se trouve un gisement analogue, mais moins important.

Des sources salées se rencontrent à El-Melah-Mtâ-el-Habeth (10 km. O. de Tenès sur le bord de la mer), à Anseur-el-Louza (21 km. N. 36° E. de Teniel-el-Haâd), à l'Oued Melah (25 km. E. 3° S de Feniet-el-Haâd), à l'Ouled-Hedim et à Rebaïa (au sud de Médéah), à l'Oued Sebka (29 km. E. 30°S. de Bouïra). Elles affleurent dans le crétacé et sont exploitées par évaporation pour l'extraction du sel.

Oran. Des amas de sel gemme associés à du gypse, dans des marnes bariolées renfermant des paillettes d'oligiste et du quartz bipyramidé, se trouvent à l'Ouled-Khalfa (11 km. O. d'Aïn-Temouchent), à Aïn-Ouerkal (41 km. E. 2° S. d'Aïn-Sefra), à l'Oued Cheria (40 km. S. de Geryville), au Djebel Malah (52 km. S. 15° O. d'Aflou), à Khang-el-Melah (au sud d'Aflou, sur la route de Laghouat), à El-Zerga (4 km. N.-O. du poste de Djenien-Bou-Resk). Les échantillons de ces gisements, que M. Flamand m'a communiqués, sont constitués par du sel gemme à grands clivages gris ou blancs : ils renferment parfois des géodes avec cristaux cubiques.

Une source salée est exploitée à Tellout (34 km. E. 15° N. de Tlemcen).

b) *Dans les assises tertiaires.*

Bassin de Paris. — *Seine.* Les marnes du gypse de Paris ont fourni des moulages de trémies de sel gemme qui ont donné lieu à de nombreuses discussions. Découvertes par Desmarets et Constant Prévost (*J. P.* CXIX. 158.1809) dans les marnes jaunes à *Pholadomya*

ludensis (voir à *gypse*) de la Hutte-aux-Gardes à Montmartre, elles ont été rencontrées depuis dans toute la ceinture nord de Paris, depuis Passy jusqu'au faubourg du Temple (notamment derrière l'hôpital Saint-Louis); à Montreuil, ainsi qu'à Argenteuil, etc., elles atteignent forme parfois un décimètre de plus grande dimension.

Constant Prévost les a retrouvées aussi dans des bancs de calcaire marneux et dans des marnes supérieures au gypse (oligocène), à Montmorency, Monlignon et Saint-Prix. La collection du Muséum possède un échantillon de Monlignon ne se distinguant en rien comme forme de ceux des marnes du gypse (*B. S. S.* VIII. 320. 1837).

Notons enfin que M. Munier Chalmas a trouvé des pseudomorphoses identiques dans l'éocène moyen du bassin de Paris au milieu des *caillasses*, dont il sera longuement question dans l'étude des gypses.

Des moulages identiques ont été rencontrés dans divers gisements étrangers en même temps que des pseudomorphoses de cubes en trémies (fig. 12) reproduisant le cristal de sel lui-même et non l'empreinte de ses cavités régulières.

Ces moulages sont constitués par des pyramides quadrangulaires, portant des stries en escaliers parallèles à leur base (fig. 15). Elles se fondent insensiblement dans la marne argileuse qui les renferme et dont elles possèdent la composition; elles sont souvent emboîtées 6 par 6, leur sommet étant au centre de l'assemblage : elles constituent ainsi un cube dont les faces ne sont pas distinctes.



Fig. 15.

Pyramide quadrangulaire des marnes à *Pholadomya ludensis* de Montmartre constituant le moulage en relief d'une trémie de sel gemme. (*Photographie réduite d'un tiers environ.*)

La disposition régulière des 6 pyramides, si fréquente dans la constitution des substances pseudocubiques et qui est un des meilleurs arguments que l'on puisse mettre en avant pour défendre l'hypothèse d'un minéral cubique originel en général, et du sel gemme en particulier, fut une des raisons qui conduisirent Constant Prévost à la repousser et à imaginer l'hypothèse des fentes de retrait prismatique, qui, acceptée longtemps dans la science, est aujourd'hui rejetée par tout le monde (*B. S. G.* VIII. 320. 1837, IV. 455. 1847).

Les particularités de ces échantillons peuvent s'expliquer de la façon suivante : le sel gemme a cristallisé dans les marnes saumâtres,

sous forme de gros cubes en trémies, réduits à leurs arêtes et à de minces cloisons. Dès l'origine, la marne qui englobait ces trémies a eu, par suite, la forme de six pyramides, réunies autour du centre et portant l'empreinte de toutes les irrégularités de la structure des trémies. Quand plus tard, le chlorure de sodium a été dissous, ces pyramides ont conservé leur position mutuelle. La continuité de la matière de ces pyramides et de la marne ambiante s'explique aisément, puisque ces pyramides ne sont autre chose que la marne elle-même ayant pénétré dans le cristal en voie de formation.

Il est facile, du reste, de reproduire des pyramides tout à fait identiques à celles qui viennent d'être décrites, en remplissant avec de la paraffine les grandes trémies de sel semblables à celles qui sont représentées par la figure 7, et en dissolvant ensuite le sel dans l'eau.

Provence. — *Bouches-du-Rhône*. Les figures 16 à 18 sont la



Fig. 16 à 18.

Cubes de sel gemme pseudomorphisés en gypse de Saint-Mitre ; les figures 17 et 18 représentent des déformations pseudorhomboédriques. (*Photographie réduite de moitié.*)

reproduction de photographies de curieuses pseudomorphoses de sel marin qui se rencontrent dans les marnes gypseuses aquitaniennes de Saint-Mitre, entre Aix et Éguillet.

Ce sont des cubes à faces creuses entièrement constitués par des cristaux lenticulaires enchevêtrés de gypse jaunâtre. Ces pseudomorphoses atteignant 15 centimètres d'arête n'ont pas toujours la régularité de la fig. 16 ; le plus souvent elles sont déformées, prenant une apparence rhomboédrique ou monoclinique (fig. 17 et 18). Ce sont ces cristaux déformés qui avaient frappé Coquand qui les compara à des cristaux de calcite quand il les découvrit (*B. S. G.* IX. 220. 1838). Nöggerath leur a assigné leur véritable origine (*N. J.* XIV. 309. 1846).

SALMIAC

$Az\,H^4\,Cl$

Cubique. Plagiédrique (hémiédrie holoaxe).

Macles. Macle suivant a^1 (111).

Formes observées. p (100), a^1 (111), b^1 (110), a^2 (211).

Faciès des cristaux. Les cristaux de salmiac des gisements décrits plus loin sont parfois normalement développés, mais le plus souvent ils sont déformés, allongés suivant un axe ternaire, binaire ou quaternaire, et groupés pour former des masses stalactiformes, des croûtes cristallines, des efflorescences, etc.

Le rhombododécaèdre est la forme la plus commune, mais on trouve aussi p, a^1, a^2.

L'hémiédrie holoaxe du salmiac a été mise en évidence par M. Tschermak qui a observé sur des trapézoèdres les stries et figures de corrosion représentées par les figures 1 et 2, correspondant à l'hémihexoctaèdre (875) (*T. M.* IV. 533 1882). Dans le seul échantillon de salmiac de la Ricamarie offrant la forme a^2, que j'ai eu l'occasion d'étudier, les faces sont profondément corrodées, mais d'une façon tout à fait irrégulière.

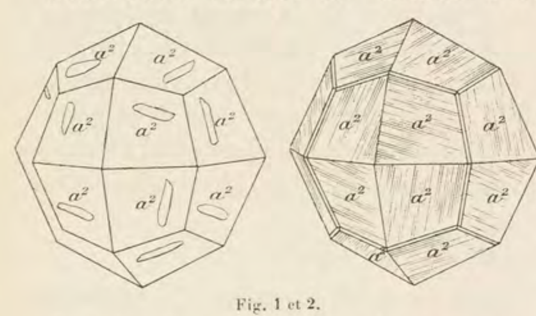


Fig. 1 et 2.

Trapézoèdres de salmiac montrant les stries et les figures de corrosion caractéristiques de l'hémiédrie holoaxe.

Clivages. Clivage p (100) imparfait. Cassure conchoïde.

Dureté. 1,5 à 2. Fragile.

Densité. 1,528.

Coloration et éclat. Incolore, gris, jaune. Éclat vitreux. Transparent.

Propriétés optiques. L'indice du salmiac est, d'après Grailich, n = 1,6422.

Saveur. Saveur piquante.

Composition chimique. La composition théorique correspondant à la formule Az H^4Cl est donnée en *a*).

L'existence de l'iode dans le salmiac de Commentry a été indiquée par Bussy (*J. Pharmacie* XXV. 718.1839); le brome n'y a pas été recherché. D'après ce savant, l'iode disparaît assez rapidement par exposition à l'air.

Le salmiac de la Ricamarie, près Saint-Étienne, renferme à la fois du brome et de l'iode (M. Mayençon); d'après une analyse de M. Damour, la teneur en bromure et en iodure d'ammonium s'élève à 0,26 °/₀ (*B. S. M.* VIII. 347.1884).

La coloration jaune est due à des traces de chlorure de fer.

	a)
Cl...........	66,3
Az H^4........	33,7
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, le salmiac se volatilise sans fondre. Chauffé dans un tube, avec de la chaux hydratée, il dégage des vapeurs ammoniacales. On peut constater l'existence de l'iode et du brome de la façon suivante : on ajoute à la solution aqueuse concentrée du minéral un petit fragment d'amidon, puis deux gouttes d'acide azotique, l'amidon se colore bientôt en bleu (iode) ; par une nouvelle addition d'acide azotique, la coloration bleue disparaît et fait place à une coloration orangée (brome).

Soluble dans trois fois son poids d'eau froide.

Diagnostic. La saveur piquante et le dégagement d'ammoniaque dans le tube, quand le minéral est chauffé avec de la chaux, permettent facilement la distinction du salmiac et du sel gemme.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — Le salmiac est l'un des produits les plus abondants qui se forment soit dans les houillères embrasées par des incendies spontanés [1], soit dans les déblais des puits en exploitation

1. L'inflammation spontanée de la houille a été pendant longtemps attribuée à la seule oxydation des pyrites. M. Fayol a montré (*Bull. m. industr. minéral.* VIII. 644, 1879) que ce phénomène était essentiellement d'un autre ordre, qu'il était

qui prennent feu après leur sortie au jour et brûlent lentement en développant une très grande chaleur, de la fumée et des flammes visibles la nuit. C'est surtout dans les déblais qu'il est possible d'étudier la formation de ces minéraux dont le mécanisme de production rappelle celui des fumerolles volcaniques.

Les houillères des environs de Saint-Étienne (*Loire*), et notamment celles du Brulé, à la Ricamarie, de la Mine en Montrambert, de la Béraudière au puits des Rosiers (côte Chaude, au quartier Gaillard), sont celles qui ont fourni ces produits en plus grande quantité. On peut citer encore : Commentry (*Allier*), Cransac (*Aveyron*), Perrecy-les-Forges (*Saône-et-Loire*), etc.

Entre les blocs de roche qui recouvrent l'incendie, on voit se former de véritables fumerolles dont l'ouverture est garnie de délicates cristallisations et d'enduits concrétionnés plus ou moins durs.

Les produits cristallins sont surtout formés par du salmiac en cristaux incolores, blancs, rouges, jaunes, suivant que le minéral est pur ou associé à du réalgar, de l'orpiment ou du soufre. On observe aussi des octaèdres d'arsénolite. M. Mayençon qui a étudié ces produits a signalé aussi des efflorescences noires, constituées par des produits arsénicaux et même des cristaux distincts d'arsenic natif (Reveux en Saint-Jean-Bonnefonds), de galène (La mine), de bismuthinite (puits des Rosiers, etc.) (*C. R.* LX XXVI. 491.1878).

Les croûtes cristallines sont essentiellement formées par des sulfates d'aluminium et de fer, mélangés à du sulfate et du chlorhydrate d'ammoniaque, de l'arsenic natif, parfois de la galène, et divers produits arsénifères, etc.

Tous ces minéraux proviennent directement de la combustion du charbon et des pyrites qu'il renferme ; des réactions secondaires interviennent, en outre, pour produire l'oxydation du soufre, la formation d'acide sulfurique, puis l'attaque par celui-ci des roches calcinées.

Les nombreux échantillons du Brulé que j'ai examinés et qui ont été recueillis il y a une quinzaine d'années, présentent des particularités intéressantes ; ils se rapportent à trois formes ; la plus commune est le rhombododécaèdre, les cristaux sont souvent déformés, ils sont

le résultat de l'absorption de l'oxygène atmosphérique par la houille : les meilleures conditions pour l'échauffement d'une houille donnée, sont : un mélange de fragments et de poussière avec température élevée, une grande masse et une certaine quantité d'air.

implantés sur leur gangue par un mince pédoncule à l'extrémité duquel quelques faces du cristal sont normalement développées. Cet axe d'allongement est le plus souvent un axe ternaire, plus rarement un axe binaire ou un axe quaternaire. Quand de semblables cristaux sont accolés à côté les uns des autres, il se produit de véritables masses fibreuses. Les cristaux sont souvent aussi squelettiformes.

J'ai observé quelques macles intéressantes par pénétration rappelant celles de l'érubescite, et des macles par accolement. Tantôt il n'existe que deux individus, tantôt, au contraire, il y en a trois et la macle est alors identique aux macles pseudorhombiques de la sodalite de la Somma et de la blende de Pontpéan (fig. 3).

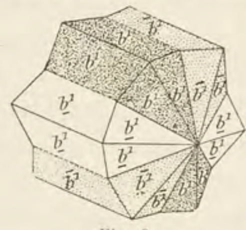


Fig. 3.
Salmiac de la Ricamarie.
Macle de trois individus.

Beaucoup plus rarement, on observe des cubes à faces planes ou en trémies, des octaèdres avec ou sans faces du cube et des rhombododécaèdres : ces derniers cristaux sont parfois aplatis parallèlement à une face cubique.

Enfin, plus rarement encore, le salmiac des environs de Saint-Étienne se présente en trapézoèdres a^2 (211), assez fréquemment squelettiformes et réduits à quelques-unes seulement de leurs faces.

Vosges. — [*Alsace*]. Des cristaux de salmiac ont été trouvés parmi les produits de la combustion des lignites d'Uttwiller.

La collection du Muséum possède de beaux échantillons de salmiac, qui ont la même origine, mais qui ont été produits artificiellement. La mine de lignite de Bouxwiller a été pendant longtemps exploitée pour la fabrication du sulfate de fer et de l'alun. Le lignite pyriteux disposé en tas était brûlé lentement (voir à *mélantérite*) ; après 12 à 18 mois de grillage, la masse était reprise par l'eau qui dissolvait tous les sels solubles. C'est dans le traitement de ces eaux mères que se sont formés les gros cubes que j'ai examinés ; les uns ont des faces planes et rappellent les cristaux de sel gemme des salines, alors que d'autres sont creusés en trémies et sont identiques aux cristaux du sel marin des marais salants ; ils sont colorés en brun par une matière organique bitumineuse.

GROUPE DE LA CÉRARGYRITE

Les minéraux de ce groupe sont les suivants :

Cérargyrite....... $\mathrm{Ag\,Cl}$
**Embolite*......... $\mathrm{Ag\,(Br, Cl)}$
Bromyrite......*. $\mathrm{Ag\,Br}$
**Iodobromite*...... $\mathrm{Ag\,(Cl, Br, I)}$
**Iodyrite*.......... $\mathrm{Ag\,I}$

Les quatre premières espèces sont cubiques, l'iodyrite est hexagonale et hémimorphe. Le tableau suivant donne les réactions pyrognostiques des chlorures, bromures et iodures d'argent, permettant aisément leur diagnostic différentiel.

	Cérargyrite	*Bromyrite*	*Iodyrite*
Dans le tube fermé.	Fusibles sans décomposition.		Fond, puis devient jaune orangé à chaud et reprend sa couleur jaune à froid.
Sur le charbon.	Fusibles en laissant un globule d'argent.		
		Dégage des vapeurs de brome.	Dégage des vapeurs d'iode.
Réactions générales.	Placés sur une lame de zinc humide, noircissent, puis donnent de l'argent qui prend l'éclat métallique par le frottement.		
Réactions spéciales.	Le minéral ajouté à une perle de sel de phosphore, saturée d'oxyde de cuivre colore la flamme en bleu d'azur.	Fondu avec du sel de phosphore dans un tube fermé, le minéral dégage :	
		Des vapeurs jaune brun de brome.	Des vapeurs violettes d'iode.
Action de l'acide azotique.		Insolubles	
Action de l'ammoniaque.	Très facilement soluble.	Difficilement solubles.	

Dans les gisements français on ne trouve que la cérargyrite et la bromyrite.

CÉRARGYRITE

Ag Cl

Cubique.

Macles. Macles suivant a^1 (111).

Formes observées. p (100), a^1 (111).

Faciès. Les cristaux sont relativement rares. Le plus souvent, la cérargyrite est compacte et constitue des croûtes plus ou moins cristallines.

Clivages. Pas de clivages. Cassure conchoïdale.

Dureté. 1 à 1,5. Parfaitement sectile.

Densité. 5 à 5,55.

Coloration et éclat. Incolore, gris perle, jaune verdâtre; le minéral devient brun violet par exposition à l'air. Éclat résineux et adamantin. Transparent ou translucide.

Propriétés optiques. L'indice de la cérargyrite (Na) est 2,0611 (M. Wernicke).

Composition chimique. La composition correspondant à la formule Ag Cl est la suivante :

Cl....	24,7
Ag...	75,3
	100,0

Altérations. La cérargyrite devient violette, puis noire par exposition à la lumière; par réduction complète elle donne de l'argent métallique. M. de Limur m'a communiqué un curieux échantillon de ce genre qui s'est produit accidentellement dans sa collection. Un fragment de cérargyrite de Huelgoat avait été placé sur une griffe de laiton; au bout de quelques années, celle-ci était couverte d'un enduit vert de chlorure de cuivre, et la cérargyrite a été transformée en une masse d'argent métallique.

Essais pyrognostiques et diagnostic. Voir page 771.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La cérargyrite se trouve, avec divers autres minerais d'argent, surtout dans les parties superficielles de certains filons métallifères. Elle

y est d'origine secondaire; elle est souvent alors engagée dans de la limonite.

Bretagne. — *Finistère*. La cérargyrite a été trouvée à Huelgoat en petits cristaux cubiques à éclat très brillant, parfois associée à la bromyrite, dans les oxydes de fer terreux ou scoriacés dont il a été question page 480. Ce minéral semble avoir aussi existé, très finement divisé, dans les mêmes gangues dont la teneur en argent est souvent élevée. Les mines d'Huelgoat étant aujourd'hui fermées, ce minéral ne se rencontre plus que dans les vieilles collections.

Montagne Noire. — *Aude*. La cérargyrite paraît exister à l'état finement divisé dans la limonite du chapeau de fer d'oxydation des filons plombifères de la Caunette (voir page 499) : d'après les essais de M. Bernard, ces minerais renferment, en effet, une quantité très notable d'argent qui peut être en partie extraite par l'ammoniaque; il existe peut-être aussi des traces d'*iodyrite*. Ces minéraux ne sont pas discernables à l'œil nu.

Vosges. — [*Alsace*]. La cérargyrite a été trouvée autrefois en certaine abondance dans les filons argentifères de Sainte-Marie aux-Mines; elle est aujourd'hui très rare dans les collections. Le seul échantillon que j'ai vu est constitué par une masse compacte, recouvrant un fragment d'argile ferrugineuse; il a été donné au Muséum par Daubrée; ce minéral a été cité à Sainte-Marie en petits cubes confusément groupés.

Alpes. — *Isère*. La cérargyrite s'est rencontrée en assez grande abondance dans les filons argentifères de la montagne des Chalanches sous forme d'enduits ou de croûtes minces, associées à l'argent natif et surtout à l'asbolite argentifère qu'elle imprègne parfois (voir à *argent*). Schreiber l'a trouvé une fois en cubes nets.

BROMYRITE

Ag Br.

Cubique.

Formes observées. p (100), a^1 (111).

Faciès. Les cristaux sont rares, le minéral forme le plus souvent des masses compactes ou concrétionnées.

Clivages. Pas de clivages. Cassure inégale.

Dureté. 2 à 3. Sectile.

Densité. 5,8 à 6.

Coloration et éclat. Jaune vif, jaune d'ambre verdâtre, parfois vert olive par exposition à l'air. Éclat résineux à adamantin. Transparente à translucide.

Propriétés optiques. L'indice mesuré par M. Wernicke (Na) est 2,2533.

Composition chimique. La composition correspondant à la formule Ag Br est la suivante :

Br...	57,4
Ag...	42,6
	100,0

Essais pyrognostiques. Diagnostic. Voir page 771.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Bretagne. — *Finistère*. Les oxydes ferrugineux, caverneux du chapeau de fer des filons de Huelgoat ont fourni non seulement la cérargyrite dont il a été question p. 773, mais encore de jolis petits cristaux d'un vert olive de bromyrite. Ils ont été signalés pour la première fois par Berthier (*A. M.* XIX. 741. 1841). Les échantillons que j'ai examinés m'ont été communiqués ou donnés par M. Daubrée et par M. de Limur; leurs faces sont très brillantes; on observe p (001) avec ou sans a^1 (111).

Il est possible que certains de ces cristaux renferment du chlore et soient constitués par de l'*embolite*. La rareté de cette substance ne m'a pas permis de faire d'essais convaincants à cet égard, d'autant plus qu'elle est souvent associée à la cérargyrite.

CALOMEL

Hg Cl.

Quadratique.

$b : h = 1000 : 1218,27.$ D $= 707,107.$

[$a : c = 1 : 1,72291$ (Schrauf)]

Clivages. Clivage suivant h^1 (100) et $b^{1/2}$ (111). Cassure conchoïdale.

Dureté. 1 à 2. Sectile.

Densité. 6.482.

Coloration et éclat. Blanc ou gris jaunâtre brun. Éclat adamantin très vif. Poussière blanc jaunâtre. Transparent ou translucide.

Propriétés optiques. Uniaxe et positif.

$$n_g = 2{,}60 \text{ (Senarmont)}$$
$$n_p = 1{,}96$$
$$n_g - n_p = 0{,}64$$

Composition chimique. La formule Hg Cl correspond à la composition suivante :

Cl...	15,1
Hg..	84,9
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, le calomel se volatilise sans fondre et se condense dans les parties froides. Chauffé avec de la soude, il donne des gouttelettes de mercure. Insoluble dans l'eau, soluble dans l'eau régale, noircit sous l'influence des alcalis.

Diagnostic. La forme, l'éclat, joints à la réaction dans le tube, avec la soude permettent aisément de distinguer le calomel.

Gisement incertain.

Corbières. — *Hérault.* D'après une note publiée dans le *Bulletin de la Société géologique* (IV. 367. 1837), le calomel aurait été trouvé dans les marnes tertiaires de Montpellier en petites veinules et en cristaux distincts dont la forme se rapportait à celle d'un prisme à base carrée modifiée sur ses bords. Je renvoie à cet égard à la discussion de la page 416 concernant le mercure natif de Montpellier.

FLUORINE

$Ca\ F^2$.

Cubique.

Macles. Macles par pénétration suivant a^1 (110) (fig. 1).

Formes observées. p (100); a^1 (111); b^1 (110); a^3 (311); b^2 (310); $t = (b^1\ b^{1/2}\ b^{1/4})$ (421); $w = (b^1\ b^{1/3}\ b^{1/7})$ (731).

Faciès. Les cristaux de fluorine sont en général normalement déve-

loppés ; les faces du cube présentent souvent des pyramides quadratiques très surbaissées dues à l'existence de cubes pyramidés très obtus. Parfois, la fluorine prend des formes cristallitiques allongées suivant un axe quaternaire ou un axe ternaire; leurs faces sont alors généralement courbes (Romanèche).

Fig. 1.
Fluorine. (Macle par pénétration.)

Il n'est pas rare de trouver des cubes ou des octaèdres à structure polysynthétique, rappelant les célèbres figures de décroissement d'Haüy (fig. 5).

Les faces des cristaux de fluorine présentent parfois des figures de corrosion correspondant à diverses formes et notamment à a^3 (311) et à b^3 (310).

La fluorine se présente aussi en masses clivables, à éléments plus ou moins gros, et en masses fibrolamellaires généralement à grands éléments et à structure concrétionnée (fig. 2).



Fig. 2.
Fluorine fibrolamellaire concrétionnée.
(Photographie d'un échantillon poli réduit au tiers environ.)

Clivages. Clivages parfaits suivant a^1 (111), donnant souvent des surfaces gondolées ou mêmes hémisphériques.

Coloration et éclat. Incolore, jaune, verte, violette, parfois presque noire, bleue de différents tons, rarement rose ou rouge. Les variétés vertes et violettes sont les plus communes. La distribution du pigment coloré est souvent très inégale. Les sections des cristaux montrent alors des bandes alternativement colorées ou incolores (fig. 3). La fig. 3 reproduit la photographie microscopique d'une lame parallèle à p de la fluorine violette de Quincié. Les parties colorées sont noyées dans des plages incolores. Parfois un même échantillon offre les couleurs les plus diverses.

Quelques variétés présentent une fluorescence bleuâtre : les cristaux sont bleus par réflexion et verts par transparence.

Éclat vitreux très vif; éclat parfois un peu nacré sur les lames de clivages. Poussière blanche.

Phosphorescence. La fluorine est phosphorescente après avoir été chauffée légèrement. Les couleurs de phosphorescence sont variées et indépendantes de la couleur propre du minéral. On a donné le nom de *chlorophane* aux variétés phosphorescentes dans les teintes vertes.

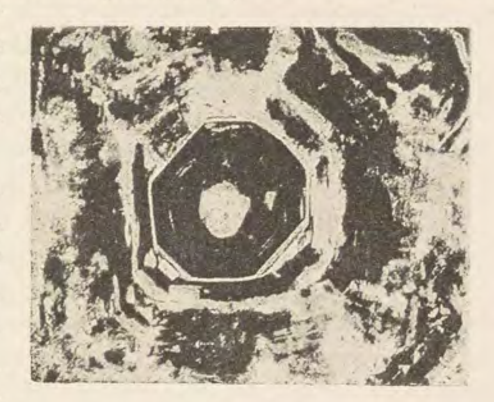


Fig. 3.
Photographie d'une lame mince de la fluorine violette de Quincié (parallèle à *p*), montrant l'inégale distribution de la matière colorante. (*Lumière naturelle, grossissement de 25 diamètres.*)

Propriétés optiques. L'indice de la fluorine pour les rayons jaunes est de 1,4339 (Sarrazin). Beaucoup de fluorines présentent des phénomènes nets de biréfringence. Les petits cristaux de fluorine du calcaire grossier supérieur (éocène moyen) de Paris montrent, en lumière polarisée parallèle, dans les sections parallèles aux faces cubiques, une biréfringence très faible. Il existe un cadre biréfringent entourant un centre monoréfringent ; l'extinction a lieu suivant les côtés de la face parallèlement auxquels se trouve disposé le plus petit indice de la section étudiée.

D'après M. Hussak, les phénomènes de biréfringence de la fluorine ne sont pas détruits à la température du rouge.

Propriétés électriques. Les angles et les arêtes des cubes de fluorine présentent des différences notables de potentiel électrique sous l'action de la chaleur et de la lumière.

Composition chimique. La formule $Ca F^2$ correspond à la composition suivante :

F...	48,9
Ca..	51,1
	100,0

Dans les variétés colorées, il existe de petites quantités d'oxyde de fer et de manganèse. La coloration violette n'est toutefois pas toujours due à du manganèse, ainsi qu'en témoignent les essais faits sur la fluorine de Quincié dont la coloration violette est extrêmement intense. D'après M. Wyrouboff (*Bull. Soc. Chim.* V. 334. 1866), le pigment coloré habituel de la fluorine serait constitué par un mélange

de carbures d'hydrogène. Dans une fluorine verte du Beaujolais, il a trouvé 0,012 °/₀ d'un carbure renfermant C = 0,0095 et H = 0,0025; il existe aussi 0,0065 de Fe^2O^3.

MM. H. Becquerel et Moissan ont montré que la variété d'un violet presque noir de Quincié (*Rhône*), identique à *l'antozonite* de Wölsendorf en Bavière contient du fluor libre (*C. R.* CXI, 669. 1890). Cette fluorine, quand on la choque avec le marteau, dégage une odeur pénétrante, rappelant celle de l'ozone et du fluor; cette particularité est due à la propriété que possède le fluor de décomposer l'air humide en dégageant de l'acide fluorhydrique et de l'oxygène ozonisé.

La fluorine de Quincié mouillée par une solution étendue d'iodure de potassium et d'empois d'amidon, puis examinée sous le microscope, dégage, quand on l'écrase, des bulles gazeuses autour desquelles se produit une coloration bleu intense, due à l'action sur l'amidon de l'iode mis en liberté. Le minéral, broyé avec du chlorure de sodium, dégage du chlore. Chauffé au rouge sombre, il se décolore, prend une teinte ocreuse et perd la propriété de dégager de l'ozone. Réduit en poudre et chauffé dans un tube de verre, il dépolit la surface interne de celui-ci.

La fluorine de Quincié, pulvérisée et absolument sèche, chauffée avec du silicium en poudre, dégage une odeur piquante, due à du fluorure de silicium qui, au contact de l'air, donne un résidu de silice.Enfin, le minéral, placé dans l'eau, donne au bout de quelque temps à celle-ci une réaction acide; cette eau évaporée dans un verre de montre corrode ce dernier. Toutes ces réactions qui ne sont partagées par aucune autre fluorine prouvent que, dans la fluorine de Quincié, il existe une petite quantité de fluor libre.

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, la fluorine décrépite et devient phosphorescente. Au chalumeau, elle fond facilement en colorant la flamme en rouge, et en donnant un émail à réaction alcaline.

Fondue sur le charbon avec du gypse, elle se transforme en un verre transparent qui devient opaque par refroidissement.

Fondue avec du sel de phosphore dans un tube ouvert, elle donne des vapeurs qui corrodent le verre. Le minéral traité par l'acide sulfurique dégage des fumées d'acide fluorhydrique attaquant violemment le verre.

Altérations. La fluorine est légèrement soluble dans l'eau chargée de

bicarbonate de calcium; l'action des carbonates alcalins a pour résultat de la transformer en calcite; ce mode d'altération est sans doute celui qui a précédé la transformation de la fluorine en quartz. On verra plus loin que cette transformation quartzeuse de la fluorine n'est pas rare en France. Quand la fluorine est accompagnée de quartz, ce dernier minéral lui est postérieur; la disparition de la fluorine laisse des moules en creux de cubes ou d'octaèdres.

Diagnostic. La forme cristalline, les faciles clivages octaédriques, l'éclat vitreux, les réactions pyrognostiques et notamment la fusibilité (*spath fusible*), sont les propriétés caractéristiques de la fluorine qui ne permettent de la confondre avec aucun autre minéral.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La fluorine est un minéral assez commun se présentant dans les diverses conditions suivantes :

1° Dans les roches éruptives et les schistes cristallins;
2° Dans des filons;
3° Dans des roches sédimentaires;
4° Dans des sources thermales.

1° *Dans les roches éruptives et les schistes cristallins.*

La fluorine se trouve rarement dans ces roches comme élément normal; le plus souvent, elle tapisse leurs fentes de cristaux nets et leur mode de formation peut être alors comparé à celui des filons. La fréquence de la fluorine dans la granulite fait cependant penser que dans beaucoup d'entre eux ce minéral est le résultat de fumerolles, en relation d'origine avec la roche qui les renferme.

Dans ces gisements, la fluorine est associée à du quartz, parfois à de la barytine et à quelques sulfures : pyrite, blende, galène.

Normandie. — *Orne.* Les granulites des carrières de Pont Percé en Condé sur Sarthe sont par places kaolinisées. Le kaolin y est traversé par des veinules d'un quartz gris, à éclat pierreux, parfois un peu gras; elles sont tapissées d'octaèdres réguliers de la même couleur, dépassant rarement 1 centimètre de plus grande dimension; ils constituent des pseudomorphoses de fluorine. Il est probable que la forma-

tion de la fluorine ainsi que celle de ces pseudomorphoses est contemporaine de la kaolinisation de la granulite.

La fluorine octaédrique verte se rencontre aussi dans les géodes de la granulite du même gisement, elle moule le quartz; elle y constitue du reste une rareté.

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* Les fentes de la granulite des environs de Nantes (Miseri, la Contrie, Villeneuve-Lalande et Petit-Saint-Joseph en Chantenay), sont fréquemment tapissées de jolis cristaux de fluorine. A Miseri, ils sont incolores, blancs ou jaunâtres, souvent fournis par l'emboîtement à axes parallèles d'un grand nombre de cristaux plus petits; ils forment des enduits ou des croûtes sur de la fluorine compacte d'un violet foncé; celle-ci se résout au microscope en petits cubes. La fluorine est fréquemment recouverte par de la barytine crétée. Dans les fentes du gneiss de la carrière du Clos à Saint-Herblain, la fluorine se trouve en cubes violets avec ou sans petites facettes b^1 (fig. 4).

Pyrénées. — *Haute-Garonne.* La granulite et les schistes granulitiques des environs de Luchon renferment parfois dans leur masse de la fluorine verte ou violette lamellaire [pont de Ravi, carrières du pont des Mousquères (avec érubescite) et de la Picadère].

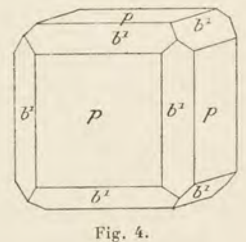


Fig. 4.
Fluorine.

Plateau Central. — *Ardèche.* De jolis cristaux de fluorine violette de la forme $p\ b^1$ (fig. 4), parfois épigénisés en quartz, ont été trouvés dans les fentes de la granulite sur la route d'Aubenas à Lazuel; des octaèdres violets du même minéral se trouvent avec cristaux de quartz dans les fissures des gneiss granulitiques de Saint-Laurent-les-Bains.

Alpes. — *Massif du mont Blanc. Haute-Savoie.* La fluorine d'un beau rose constitue l'un des minéraux les plus intéressants et les plus recherchés des fentes de la protogine du massif du mont Blanc. Elle est connue dans un assez grand nombre de localités : Mer de Glace, Charmoz, Aiguille-Verte derrière le Dru, Glaciers du Talèfre, de Miage, d'Argentière (on y trouve aussi de la fluorine bleue), mais dans aucun d'entre eux le minéral ne se présente en abondance. Ses octaèdres réguliers sont implantés sur du quartz hyalin ou du quartz enfumé

et accompagnés de divers autres minéraux : prehnite, sphène, adulaire, etc.

Isère. Les fentes du granite de Pont-l'Évêque, près Vienne, sont localement tapissées par des cubes nets de fluorine violette.

2° *Dans des filons.*

La fluorine constitue, presque à elle seule, des filons dans lesquels elle est associée au quartz et à la barytine; elle y est localement exploitée comme fondant pour la verrerie ou la métallurgie. Dans beaucoup de cas, ces filons quartzofluorés sont en relation intime avec des filons concrétionnés plombifères ; il existe tous les passages entre ces deux catégories de filons de même qu'avec les gisements des arkoses triasiques dont il sera question page 792.

On trouve aussi la fluorine dans divers filons métallifères ferrugineux ou manganésifères.

a) *Dans des filons essentiellement fluorés.*

Je citerai ici quelques filons de fluorine paraissant indépendants de filons métallifères ou tout au moins dans lesquels les sulfures ne jouent qu'un rôle tout à fait subordonné; c'est sur quelques-uns de ces filons que des exploitations de fluorine ont été tentées.

Bretagne. — *Morbihan.* La fluorine octaédrique verte ou violette a été trouvée à Caden, près de Mélansac; une variété lamellaire a été exploitée pour l'empierrement des routes à Botcouarh, près Vannes : on l'a trouvée (a^1) à Saint-Avé, près la même ville.

De belles pseudomorphoses quartzeuses de ce minéral ont été recueillies par M. de Limur (*op. cit.* 4) à Luscannen et à Botcouarh. Les échantillons que ce savant a bien voulu me remettre atteignent parfois 3^{cm} de plus grande dimension; ils présentent la forme a^1 avec ou sans b^1.

Loire-Inférieure. M. Baret m'a signalé au coteau de Haute-Indre en Saint-Herblain l'existence d'octaèdres de fluorine, transformés en quartz : ils se trouvent dans un filon de quartz.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Un important gisement de fluorine a été découvert par Des Cloizeaux (*B. S. G.* XIX. 418.1862) dans

la prairie de Roumiga (commune espagnole de Salient) sur le chemin de Gabas à Penticosa et à 200 ou 300 mètres de la frontière. Le filon est essentiellement constitué par de la fluorine incolore; il traverse des schistes siliceux dont les fentes sont tapissées de cristaux de quartz et de fluorine cubique.

La fluorine de Roumiga est parfois assez limpide pour être travaillée. La collection du Muséum possède une lentille de 2 centimètres, 3 de diamètre, absolument limpide et sans défauts qui a été taillée dans un bloc de ce minéral. Les clivages octaédriques de cette fluorine sont souvent gauches et irréguliers.

C'est à la surface de l'un de ces cristaux et engagés dans sa masse que se trouvent, très rarement du reste, de petits cristaux de *topaze* qui seront étudiés dans le supplément de cet ouvrage.

Haute-Loire. La fluorine et la barytine se rencontrent dans les filons de la région de Langeac, de Paulhaguet signalés plus haut au sujet de la galène; beaucoup d'entre eux renferment ce dernier minéral en plus ou moins grande quantité, mais quelques-uns en sont à peu près dépourvus.

La fluorine est notamment exploitée à Barlet, à 7 kilomètres au sud de Langeac. Cette mine a fourni de magnifiques géodes de gros cristaux cubiques, verts de différents tons, parfois remarquablement limpides que j'ai pu examiner grâce à l'obligeance de M. Bouhard. Il n'est pas rare d'y trouver des groupements de cristaux rappelant les célèbres figures de décroissement d'Haüy et notamment des groupes de cubes conduisant à un édifice octaédrique (fig. 5). La fluorine de cette mine est remarquable par les variations de couleur (violacée, violette, rose, verte) que l'on trouve dans un même échantillon : ce gisement renferme en petite quantité de la stibine, de la bournonite, de la galène, etc.

Fig. 5.

Cubes de fluorine constituant un groupement octaédrique. Langeac. (*Photographie un peu réduite.*)

On peut citer comme gisements ayant fourni de beaux cristaux de

fluorine souvent violette, verte ou incolore dans un même échantillon : les environs de Paulhaguet (la Tourette et Sainte-Marguerite, près Josat, Chavagnac, Aurouze), La Dérochade, la Besseyre, Saint-Haond. La forme octaédrique, avec ou sans *p*, domine ; les cristaux, parfois très nets, sont souvent englobés par du quartz ou de la barytine. A Aurouze, à la Tourette, etc., ils sont quelquefois pseudomorphisés en quartz ; ces gisements ont fourni de beaux échantillons de ces épigénies.

Charente. La fluorine d'un beau vert émeraude forme un filon dans les schistes cristallins du Vignaud en Saint-Germain de Confolens.

Puy-de-Dôme. L'un des gisements français de fluorine fournissant le plus de cristaux est celui de la Roche Cornet en Saint-Jacques d'Amburg. Ils sont octaédriques [avec b^1 (fig. 6) et parfois *p*] généralement verts, plus rarement violets ; ils atteignent jusqu'à 12 centimètres de plus grande dimension, leurs faces sont souvent ternes et courbes. Ces cristaux sont parfois formés par des interpénétrations à axes parallèles de plusieurs individus. Ils sont implantés sur un quartz jaunâtre se détachant en plaquettes et permettant aisément d'obtenir des échantillons de collection de très grande taille. Ils sont associés à de la barytine et englobés par de l'argile d'où il est facile de les isoler.

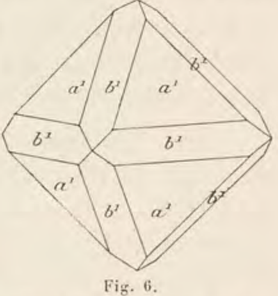


Fig. 6.
Fluorine. (Forme commune.)

Il existe aussi un autre type de cristaux de fluorine à la Roche Cornet : ce sont des cubes avec parfois de petites facettes d'hexoctaèdres : ils sont vert pâle, vert bleuâtre ou bleu de ciel et fréquemment de grande taille. Enfin plus rarement, on rencontre à la Roche Cornet des cristaux, *p* b^1, violacés, avec maximum de coloration sur les faces cubiques. Les cristaux de ce gisement sont quelquefois recouverts d'une pellicule quartzeuse.

Au sommet du village de Cornet, se trouvent parfois aussi, avec quartz et barytine, des cubes verdâtres de fluorine qui tapissent des cavités constituées par le même minéral. La fluorine fibrolamellaire est rare dans ce gisement. Le même minéral se rencontre encore à La Vernède (beaux cristaux cubiques jaune d'or).

Loire. Un grand filon de quartz et de barytine se trouve à Ambierle, aux roches de Monteneau : il renferme de la fluorine zonée

verte, violette ou rougeâtre (fig. 2), occupant son centre ; ce minéral est d'une abondance très variable.

Rhône. Un puissant filon de fluorine (verte et violette) a été exploité à Vauxrenard (il passe au-dessous du télégraphe de Chirouble), il renferme du quartz et de la barytine. A Juliénas, sur la route de la Chapelle-de-Guinchay, se trouve dans le granite un filon de fluorine dont les cristaux sont zonés de violet, de vert et de blanc.

Le granite de Lantigné est traversé par des filonnets de la fluorine cristallisée d'un violet presque noir, dégageant du fluor par le choc, dont il a été question page 778 (fig. 3).

A Doirieu, entre la Maison Blanche et Yzeron, la fluorine forme un filon dans le gneiss ; on y trouve de gros cubes brunâtres englobés dans la barytine. A Mercruy, les filons quartzeux de fluorine violette empâtent souvent des fragments du granite encaissant. Des filons de fluorine violette parfois mamelonnée se trouvent aussi à Vaux.

Allier. Les sources thermales de Néris sont en relation avec des filons de quartz, riches en fluorine et en barytine, qui traversent le granite. Ils sont surtout abondants au Nord-Est de la ville, l'un d'eux situé sur le chemin de Néris, à Serclier (au delà du ruisseau qui longe le Billoux), a même fait l'objet d'une exploitation. La fluorine de ces gisements est verte ou violette, ses cristaux (*p*) y atteignent 1 centimètre : elle se présente aussi en masses concrétionnées fibro-lamellaires dont les zones sont alternativement violettes, vertes ou blanches.

Sur le chemin de Néris, à Commentry, des recherches ont été faites autrefois sur des filons de fluorine violette dépourvus de barytine.

La collection du Muséum possède un magnifique échantillon de fluorine jaune en cubes atteignant 8 centimètres d'arête, et provenant d'un filon du même genre qui a été exploité à Capitan, près Cusset.

Des filons analogues coupent les micaschistes, le granite, la granulite et le permien de Commentry ; la barytine est souvent au centre du filon et la fluorine sur ses bords ; de semblables filons se trouvent aux Grivats, près Vichy.

Nièvre. Des filons de fluorine bleue avec quartz et parfois un peu de chalcopyrite se rencontrent aux environs de Luzy, d'autres ont été exploités à Las près Chides, au sud de Grury, à Alligny-en-Morvan, etc. Ceux de Las ont fourni de belles pseudomorphoses quartzeuses : à Grury, les lames de clivages sont souvent hémisphériques.

Saône-et-Loire. La fluorine verte ou violette (*p* dominante) se rencontre dans des filons de quartz à la Selle, Mesvres, Saint-Pierre-de-Varenne, la petite Verrière, etc. A Voltenne en Petite-Verrière, on



Fig. 7.
Fluorine de Voltenne montrant des zones d'accroissement différemment colorées.
(*Photographie réduite de moitié.*)

trouve parfois des octaèdres formés de couches alternativement violettes et incolores. La fig. 7 représente la coupe d'un échantillon de ce genre que m'a donné M. Stanislas Meunier.

Haüy a cité des rhombododécaèdres de fluorine, provenant d'un filon situé entre le Breuil et Charrecey, sur la route du petit Montcenis à Châlon (*op. cit.* II. 262.1801), ce gisement porte le nom de Chalancey (et non Chalucey comme l'a indiqué Dufrénoy).

Des pseudomorphoses quartzeuses de cristaux [*p* et a^1] de fluorine se trouvent dans beaucoup de filons de l'Autunois et notamment à la Boulaye en Roussillon, à la Petite Verrière.

Les filons de cette région donnent parfois de beaux échantillons de masses lamellaires dont les clivages sont très courbes (fluorine testacée) (Petite Verrière).

Vosges. — Le granite de Plombières est traversé par des filons de quartz renfermant de la fluorine verte en cristaux cubiques très nets, plus rarement en jolis rhombododécaèdres. Des filons analogues se

trouvent à Saint-Nabord. Au bas d'Herival (Cluse de la vallée des Roches), près de Val d'Ajol, existe un filon à structure bréchiforme renfermant du quartz, de la fluorine, puis de la barytine et de l'hématite; ces minéraux énumérés dans leur ordre de formation sont parfois cimentés par un jaspe rouge. La fluorine a quelquefois disparu, laissant des vides cubiques.

[*Alsace*]. Des filons quartzeux et barytiques riches en fluorine s'observent à Orschwiller et se prolongent à Bergheim et Ribeauvillé (notamment entre Saint-Hippolyte et Oberbergheim, derrière le château de Reichenberg et au Schlusselstein, près Ribeauvillé); ils renferment de la calcite et localement un peu de galène. La collection du Muséum possède de magnifiques cubes de fluorine d'un violet foncé provenant de ces derniers gisements; ils ont jusqu'à 1 centimètre, 5 de plus grande dimension et sont associés à de la barytine blanche lamellaire. Des filons analogues se trouvent aux environs de Trüttenhausen.

Alpes. — *Savoie*. Un filon de fluorine a été rencontré sur la rive gauche de l'Arc au sommet de la montagne du Rocheray-en-Maurienne.

Hautes-Alpes. C'est probablement d'un filon analogue que provient la fluorine en belles masses blanches ou gris de fumée de Roche Courbe, près la Grave.

Maures et Esterel. — *Var*. Des filons de quartz et de fluorine avec barytine se trouvent au hameau des Adrets, à l'Esterel, à Baume de Coutéon et enfin entre le vallon de Vaux et le château de Guignes.

b) *Dans les filons plombifères.*

La fluorine est une gangue fréquente des filons quartzeux plombifères, elle accompagne généralement la barytine. Je ne citerai que les filons ayant à ma connaissance fourni de beaux cristaux ou renfermant une très grande quantité de fluorine. Fréquemment, dans une région plombifère donnée, quelques filons seulement sont riches en fluorine à l'exclusion des autres, c'est ce qui a lieu notamment dans le Beaujolais.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. De beaux cubes de fluorine jaune

se trouvent dans les filons de galène de Géla, près d'Aragouet sur la frontière de l'Aragon.

Haute-Garonne. Le filon de galène de Moustajon, près Luchon, a pour gangue une fluorine compacte d'un blanc verdâtre : la fluorine a été trouvée aussi dans les filons pauvres en blende de la montagne de Cazarilh près Barcugnas, en face de la gare de Luchon (*Hautes-Pyrénées*).

Ariège. La fluorine se rencontre en petite quantité dans les filons de Laquorre et des Argentières, près Aulus.

Montagne Noire. — *Aude.* Les filons de Mas Cabardès et de Labastide Esparbeirenque, situés dans la partie sud de la Montagne Noire renferment des filons de quartz et de chalcopyrite qui contiennent de la fluorine.

Cévennes. — *Gard.* La fluorine de couleur très variée, blanche, rose, violette, etc., est très abondante dans les filons de galène, blende, etc., de Coste Durfort. Ce minéral s'y présente parfois en cubes.

Plateau Central. — *Tarn.* La fluorine n'est pas très abondante dans les mines de Peyrebrune, près Réalmont (voir à *galène*), mais elle s'y présente en magnifiques échantillons. Le minéral est généralement transparent, jaune d'or, jaune pâle, plus rarement bleuâtre ou verdâtre. La fluorine est très souvent recouverte de cristaux de quartz transparents ou d'une fine croûte quartzeuse brunâtre constituée par de très petits cristaux; on la trouve parfois aussi enduite de cristaux de calcite, de pyrite, etc.

Le gisement de Peyrebrune est celui qui, en France, fournit les plus beaux cristaux de fluorine, ils peuvent rivaliser avec ceux des gisements classiques du Cumberland et de Saxe. La collection du Muséum possède un magnifique échantillon mesurant 0^{m},55 sur 0^{m},50 qui lui a été donné par M. Soulages. Il est constitué par un amas de cubes de fluorine dont les arêtes dépassent 10 centimètres de plus grande dimension. Ces cubes sont zonés, alternativement incolores et gris de fumée avec une légère teinte superficielle violacée. De petits cristaux de quartz blanc laiteux les recouvrent.

Dans le filon, la fluorine est postérieure à la sidérose, elle est moulée par le quartz qui en renferme souvent des empreintes en creux.

Lozère. De très jolis cristaux de fluorine limpide ont été trouvés dans les filons plombifères de Villefort. Ils sont fréquemment associés

à de la chalcopyrite et recouvrent parfois le granite. Un même échantillon présente souvent de grandes variations de nuances d'un très joli effet : incolore, violet, vert pâle. La forme habituelle est le cube, avec parfois de très petites faces a^3 (311), b^3 (310).

Puy-de-Dôme. La fluorine en cubes jaunes atteignant 5 à 8^{cm} d'arête et souvent recouverte de cristaux de quartz se trouve dans les filons plombifères de la Goutelle, près Pontgibaud; on la rencontre aussi à Youx et Masboutin, près de Montaigut (cristaux cubiques jaunes ou violets).

Loire. La fluorine associée au quartz et à la barytine est l'une des gangues habituelles des filons plombifères traversant le terrain de transition de la Loire. On peut citer notamment les gisements suivants qui ont fourni de bons cristaux : Juré, Grézolles, Saint-Martin-la-Sauveté (beaux cristaux jaunes ou vert pâle), Saint-Julien-Molin-Molette (filons d'Etheize et de la Pauze, cristaux jaunes), Pont-la-Terrasse en Saint-Just en Doizieux. La forme habituelle de la fluorine de ces gisements est le cube. A Pont-la-Terrasse, de gros cubes de fluorine sont empâtés par le quartz ou recouverts d'une pellicule quartzeuse; ils renferment parfois à leur centre un cube de galène.

Rhône. La fluorine est abondante dans quelques-uns des filons concrétionnés plombifères des environs de Beaujeu et notamment dans ceux de Chenelette et des Ardillats. Celui de Montchonay en les Ardillats surtout, riche en panabase, a fourni de magnifiques groupes de fluorine verte dont les cubes atteignent 3 ou 4 ^{cm} d'arête. Ils sont parfois couverts d'une croûte d'oxyde de fer et saupoudrés d'aiguilles de cérusite. Toutes ces mines sont aujourd'hui abandonnées : sur leurs haldes, j'ai fréquemment recueilli des échantillons de quartz constituant des empreintes en creux de cubes de fluorine.

Allier. Des filons de quartz plumbobarytique renfermant de la fluorine se trouvent au moulin de la Rivière sur la rive gauche du Sichon, à 2 km. en amont de Cussel; de beaux échantillons de fluorine ont été trouvés aussi dans les filons de galène de la Prugne, près Nizerolles.

Indre. Aux environs de Saint-Benoît-du-Sault, sur le chemin de Chaillac aux Brosses (en Rossignol) se trouve un filon de barytine et de fluorine avec galène, chalcopyrite, etc.

Nièvre. La fluorine est l'une des gangues du filon quartzeux plombi-

fère de Chitry-les-Mines. Elle s'y est rencontrée en beaux cristaux cubiques.

Saône-et-Loire. Le filon de galène de Saint-Prix-sous-Beuvray est riche en fluorine cubique; le tunnel du Bois-Clair, près Cluny, a coupé des filonnets de quartz renfermant de la galène et de la fluorine en beaux cristaux cubiques.

Vosges. — *Haute-Saône.* La fluorine se trouve comme gangue dans les filons métallifères de Plancher-les-Mines, de Fresse, de Saint-Bresson, près de Faucogney, de Château-Lambert. Romé de Lisle a décrit (*Cristallogr.* III.) un magnifique échantillon de galène, supportant de gros cubes de fluorine, eux-mêmes recouverts de pyrite, puis de cristaux de calcite. Cet échantillon provenait de Plancher-les-Mines.

[*Alsace*]. La fluorine cubique de couleur généralement pâle se rencontre dans les filons de Sainte-Marie-aux-Mines et notamment dans les filons de Kleingrübendinn (fluorine verte, bleuâtre, incolore), de Saint-Guillaume Supérieur (fluorine rosée). La fluorine y est associée à la calcite au quartz, à la barytine et aux minerais argentifères et plombifères étudiés plus haut.

Le même minéral se trouve aussi en cubes dans les filons de Thann, de Schletzenbourg, du Schlüsselstein, etc.

Belfort. La fluorine est l'une des gangues fréquentes des filons plombocuprifères de Giromagny, du Puix (Gy) et d'Auxelle-Haut; elle s'y présente parfois en très beaux cristaux cubiques, offrant des couleurs variées, mais particulièrement les couleurs vertes,.jaunes, parfois violettes, bleues.

La fluorine est souvent recouverte de cristaux de quartz qui la moulent; par disparition de la fluorine, il reste des vides cubiques dans lesquels sont souvent venus se déposer des cristaux de blende noire.

Alpes. — *Savoie.* La fluorine se trouve comme gangue de quelques filons plombifères des environs de Saint-Jean-de-Maurienne (Tannière de l'Ours); les cristaux sont cubiques.

Isère. La fluorine abonde dans les filons de galène d'Estressin, de Seyssuel, près Vienne. Elle y est associée à du quartz et de la barytine, de la blende, de la chalcopyrite; le cube est la forme dominante; les couleurs sont extrêmement variées.

Hautes-Alpes. La fluorine cubique se rencontre dans les filons de galène de Chazelet, près La Grave.

Maures. — *Var*. On trouve ce minéral dans les filons de galène et de blende de la mine de Vaucron, près la Garde-Freinet (avec barytine et quartz) et dans ceux de Faucon l'Argentière, près Gogolin. Des filons presque purs y ont été exploités pour fondant.

Corse. Les filons de galène de l'Ile Rousse renferment de la fluorine verte parmi leurs gangues.

Algérie. — *Constantine*. Les mines de galène de Gar Rouban sont riches en fluorine qui, dans les géodes, forme parfois de beaux cristaux cubiques limpides et incolores.

Tunisie. — La fluorine se trouve avec panabase, cinabre, etc., au Djebel-Oust, près Zaghuan.

Congo. — J'ai trouvé de très petits cubes jaunes de fluorine implantés sur la dioptase de Mindouli. Ce minéral paraît être une rareté dans ce gisement, car je ne l'ai observé que sur un seul des très nombreux échantillons que j'ai eus entre les mains (Voir à *dioptase*, tome I. 260).

c) *Dans les filons ferrifères et manganésifères.*

Plateau Central. — *Tarn*. Des cristaux cubiques de fluorine d'un blanc verdâtre ont été signalés dans un filon d'hématite à Brassac et dans celui de Kaïmar, près Lunel ; dans ce dernier gisement il existe, en outre, de la barytine dans la gangue quartzeuse.

Cévennes. — *Gard*. De beaux cristaux de fluorine ont été rencontrés dans le gisement de pyrite de Saint-Julien-de-Valgalgues ; ils sont associés aux cristaux de calcite qui seront étudiés dans le tome III.

Rhône. J'ai recueilli autrefois sur les haldes de l'ancienne mine de magnétite, de Lantigné, près Beaujeu, un échantillon de fluorine jaunâtre dont la forme mérite d'être signalée.

Les cristaux ont environ 8^{mm} de plus grande dimension ; la forme dominante est le cube, presque toujours accompagné du trapézoèdre a^3 (311) à faces brillantes, et souvent de deux hexoctaèdres dont les faces sont au contraire courbes et ne peuvent se mesurer avec précision ; il

est cependant peu douteux que ce ne soient les formes $t = (b^1 b^{1/2} b^{1/4})$ (421), et $m = (b^1 b^{1/3} b^{1/7})$ (731).

Saône-et-Loire. La fluorine abonde dans les filons manganésifères de Romanèche, elle y sert de gangue à la psilomélane, elle est violette et parfois verte. Les géodes y sont peu abondantes contenant des cubes nets et des cristaux octaédriques, formés le plus souvent par la réunion de petits cubes. Ces octaèdres sont donc construits comme ceux représentés par la figure 5 (page 782), mais leurs éléments constitutifs sont plus petits, de telle sorte que leur nature polysynthétique n'est souvent révélée que par des quadrillages ou des escaliers sur leurs faces.

Leymerie a signalé dans ce gisement des cristaux en rhombododécaèdres (*B. S. G.* IX. 279. 1838) que je n'y ai pas rencontrés.

A côté de cette fluorine de formation ancienne, rarement en cristaux distincts, se trouve une autre venue plus récente du même minéral. Elle est toujours en cristaux généralement incolores et limpides, parfois teintés de jaune ou de rouge (dans les gangues ferrugineuses). Ces cristaux de fluorine sont toujours des cubes; parfois ils présentent de petites facettes t (421), des cubes pyramidés, b^3 (310), ou d'autres formes très obtuses qu'il n'est pas possible de déterminer avec précision. Ces cristaux sont presque toujours déformés, trois de leurs faces aboutissant à un axe ternaire sont normalement développées, mais courbes, le reste du cristal est cristallitique et souvent réduit à un long pédoncule par lequel le cristal est attaché à sa gangue. Ces cristaux ressemblent à ceux de galène, de sel gemme et de salmiac qui ont été décrits plus haut. Ils sont implantés dans les géodes de psilomélane, de limonite; ils sont quelquefois associés à du quartz ou implantés sur de la fluorine ancienne corrodée dont ils ne possèdent jamais la couleur.

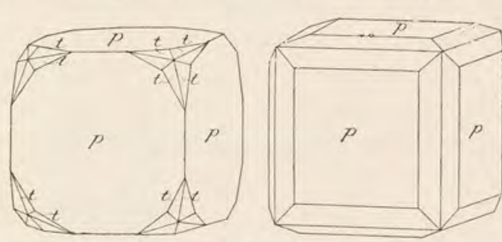


Fig. 8 et 9.
Fluorine de Romanèche.

Vosges. — [*Alsace*]. M. Carrière a signalé comme rareté l'existence de cristaux de fluorine bleuâtre dans les géodes de dolomie ferrifère de Framont (mines de Grandfontaine). Ce sont des cubes, avec ou sans b^3 (310).

Jura. — Un filon ferrugineux riche en fluorine et barytine se trouve à Chaillac.

3° *Dans les assises sédimentaires.*

La fluorine se rencontre dans quelques roches sédimentaires, où elle paraît résulter de la concentration des traces de fluorures contenues dans la masse de la formation. Dans d'autres cas, le même minéral se trouve exclusivement dans des fentes et paraît avoir une origine filonienne, c'est le passage aux filons concrétionnés.

a) Dans les assises paléozoïques.

Anjou. — *Maine-et-Loire.* De jolis échantillons de fluorine, d'un violet foncé ont été trouvés dans les filonnets de calcaire spathique qui sillonnent les calcaires dévoniens des environs d'Angers, de la Meignanne (carrière de la Rocanne), de Liré, etc.

Ardennes. — La fluorine violette et parfois blanche a été signalée dans le calcaire carbonifère de Givet. M. Gosselet me l'a indiquée dans les calcaires givetiens et frasniens de Trélon.

b) Dans les assises triasiques et jurassiques.

Poitou. — *Vienne.* De jolis cristaux de fluorine cubique accompagnent des mouches de galène dans les calcaires jurassiques de Sauxais près Poitiers.

Plateau Central. — Les arkoses triasiques de tout le Plateau Central et de ses annexes sont fréquemment sillonnés par des fentes que tapissent de jolis petits cristaux cubiques de fluorine, associés à de la barytine, de la galène, de la blende, du quartz; ces minéraux imprègnent même parfois la masse de l'arkose.

Le mode de formation de ces cristaux est comparable à celui des filons quartzeux si nombreux que l'on trouve dans la même région et qui sont pour la plupart d'âge triasique.

Ces imprégnations minérales peuvent être considérées comme de véritables filons avortés.

De bons types de cette catégorie de gisements de fluorine dans les arkoses triasiques se trouvent dans le Morvan (*Nièvre*, *Saône-et-Loire*, *Yonne*, *Côte-d'Or*), Fragny, les Groliers en Antully (*Saône-et-Loire*)

environs d'Avallon (*Yonne*), Sainte-Sabine (*Côte-d'Or*), Serre-les-Moulières (*Jura*), etc., de même aussi que sur le revers ouest et sud-ouest du Plateau Central (Bressuire, Saint-Maixent (*Deux-Sèvres*). Les formes des cristaux sont simples ; ce sont le cube avec l'octaèdre et le rhombododécaèdre réduits à de petites facettes.

Des cubes jaunes de fluorine ont été trouvés aussi dans les fentes du calcaire à gryphées de Courcelle Fremoy en Auxois (*Côte-d'Or*).

Vosges. — La collection Daubrée renferme de petits cubes violets de fluorine associés à du calcaire dolomitique dans une géode du grès rouge de Robache près Saint-Dié.

Alpes. — *Savoie*. L'anhydrite du glacier de Gebroulaz (roc du Soufre près du chalet du Saut) renferme de la fluorine blanche ou violette en cubo-octaèdres de 7 à 8 millimètres, associés au gypse lamellaire, à la sellaïte, au soufre, à la célestine, au quartz et à l'albite.

c) *Dans les assises crétacées.*

Alpes. — *Haute-Savoie*. Les calcaires urgoniens de l'extrémité septentrionale du Salève, de la côte d'Etrembières près du Trou de Tanabara renferment dans leurs cavités de jolis cristaux incolores ou jaunes de fluorine de forme variée p, $p\ b^1$, $p\ a^1$, $p\ a^2$, ils ont été signalés autrefois par Soret (*Mem. Soc. phys.*, Genève. II. 476. 1822).

d) *Dans les assises tertiaires.*

Bassin de Paris. — *Seine*. La fluorine se rencontre en très jolis cubes incolores ou plus souvent jaunâtres dans les géodes de cristaux de calcite [e^1 $(02\bar{2}1)$] qui abondent à la partie supérieure du calcaire grossier (lutétien) de Paris et de ses environs immédiats. On verra dans le tome III, à l'article *gypse*, que ces agrégats minéraux résultent de la pseudomorphose de couches de gypse sur le bord de la vallée de la Seine. Le premier gisement où ce minéral ait été trouvé est le Marché aux chevaux, à côté du Jardin de Plantes ; on l'a rencontré ensuite en beaux cristaux à Neuilly, à Gentilly, à Arcueil, etc. Les cristaux sont souvent formés de plusieurs cubes emboîtés à axes parallèles ; ils sont, soit implantés sur les rhomboèdres de calcite, soit englobés dans une masse miarolitique et fragile de calcite. Ils ne dépas-

sent guère 2 millimètres et offrent généralement des phénomènes de biréfringence fort nets; ils sont accompagnés de quartz hyalin, recouvert de lutécite.

Seine-et-Oise. Les caillasses d'Herblay renferment des cristaux de fluorine jaune pâle, tout à fait identiques à ceux de Paris.

Plateau Central. — *Haute-Vienne*. M. Barret (*Géol. du Limousin*. 158) signale l'existence de fluorine violette granulaire ou cristallisée et de calcédoine dans le ciment d'un conglomérat (oligocène?) de Morterolles.

e) Dans les calcaires métamorphiques.

Pyrénées. — *Haute-Garonne*. Les calcaires jurassiques de Rié à Saint-Béat, métamorphisés au contact des ophites et transformés en marbre blanc, renferment de petits nodules verts bordés de violet, à structure finement compacte ou grenue dans laquelle on constate au microscope une composition complexe; la partie verte est colorée par de la fuchsite, la bordure violette par de petits cubes de fluorine mélangés à du rutile, de l'albite, de l'apatite, de la pyrite, du quartz et de la calcite. La fluorine est postérieure à tous ces minéraux et les moule.

4° *Dans les sources thermales.*

Vosges. — Parmi les nombreux minéraux néogènes observés par Daubrée dans le puisard de la source thermale de Plombières (voir à *chabasie*), il y a lieu de citer la fluorine qui y forme des enduits pulvérulents blancs ou violacés tapissant des cavités du béton romain. Dans les griffons de la source, le même savant a vu des fragments brisés de quartz et de fluorine ressoudés par de petits cubes peu cohérents de fluorine de formation actuelle.

SELLAÏTE

Mg F

Quadratique.

$b : h = 1000 : 834{,}755.$ $\qquad$ $D = 707{,}107$

$[a : c = 1 : 0{,}65963$ (Sella)$]$.

Formes observées : m (110), h^1 (100), h^3 (210), h^5 (320) ; a^1 (101), $a^{5/6}$ (605), $a^{2/5}$ (502), $a^{1/3}$ (301) ; b^1 (112), $b^{4/5}$ (558), $b^{2/3}$ (334), $b^{1/2}$ (111), $b^{1/4}$ (221), $b^{1/10}$ (551) ; $\alpha = (b^{1/3}\, b^{1/2}\, h^{1/5})$ (525) ; $\varepsilon = (b^{1/7}\, b^{1/10}\, h^{1/3})$ (733) ; $\delta = (b^{1/5}\, b^{1/13}\, h^{1/4})$ (944) ; $\beta = (b^1\, b^{1/3}\, h^{1/2})$ (212) ; $\gamma = (b^1\, b^{1/5}\, h^{1/3})$ (323) ; $\tau = (b^1\, b^{1/8}\, h^1)$ (972).

Les angles suivants ont été mesurés par M. Q. Sella (*op. cit.*) qui signale en outre quelques faces arrondies voisines de la zone prismatique (17.5.1), (16.5.1) et (971).

	Angles calculés	Angles observés		Angles calculés	Angles observés
$m\, h^1$	135° 0′		$b^{1/2}\, b^{1/2}$ sur p	93°59′	
$m\, h^3$	161°34′	161°34′	$b^{1/2}\, b^{1/4}$	161°12′	
$m\, h^5$	168°41	168°39′	$b^{1/2}\, b^{1/10}$	145° 7′	145° 1′
$a^1\, a^1$ sur p	113°11′		$b^{1/2}\, \alpha$	163°35′	163°30′
$a^{5/6}\, a^{5/6}$ sur p	103°17′		$b^{1/2}\, \beta$	166°33′	166°29′
$a^{2/5}\, a^{2/5}$ sur p	62°28′		$b^{1/2}\, \gamma$	171°19′	171°20′
$a^{1/3}\, a^{1/3}$ sur p	53°27′		$h^1\, \varepsilon$	142° 6′	142°10′
$b^1\, b^1$ sur p	130° 0′		$h^1\, \delta$	141° 6′	141° 0′
$b^{4/5}\, b^{1/2}$	167°14′	167°10′	$m\, \tau$	163°32′	163°35′
$b^{2/3}\, b^1$	171°58′	171°59′			

Faciès des cristaux. La sellaïte ne se rencontre qu'en cristaux allongés suivant l'axe vertical et parfois un peu fibreux.

Déformations mécaniques. Les cristaux de sellaïte sont souvent brisés et un peu tordus par suite de l'augmentation de volume de l'anhydrite incluse dans le minéral et postérieurement transformée en gypse.

Clivages. Clivage parfait suivant m (110) et h^1 (100).

Dureté. 5.

Densité. 2,972 (Strüver) à 3,15 (Sella).

Coloration et éclat. Incolore. Éclat vitreux très brillant. Transparente; opaque quand les cristaux renferment des inclusions de gypse ou de soufre.

Propriétés optiques. Uniaxe et positif. Les indices ont été mesurés par M. Sella et par Mallard (*B. S. M.* XI. 303. 1888).

	Sella	Mallard
$n_g =$	1,3897	1,389
$n_m =$	1,3780	1,379
$n_g - n_p =$	0,0117	0,010

La sellaïte est de tous les minéraux connus le moins réfringent.

Composition chimique. La formule Mg F correspond à la composition donnée en *a*).

b) Analyse de la sellaïte de Gebroulaz, par M. Sella (*op. cit.*).

	a)	*b*)
Mg..........	38,6	38,42
Fe...........	61,4	61,58
	100,0	100,00

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, la sellaïte fond en se gonflant. Insoluble dans l'eau et les acides, sauf l'acide sulfurique qui détermine un dégagement d'acide fluorhydrique.

Diagnostic. La sellaïte pourrait être confondue avec le dipyre à cause de sa forme, de sa couleur et de son mode de gisement à comparer à celui du dipyre pyrénéen. Elle s'en distingue par ses clivages faciles, son signe optique, sa densité et le dégagement d'acide fluorhydrique qu'elle donne par traitement à l'acide sulfurique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Alpes. — *Savoie.* La sellaïte a été trouvée par M. Strüver sur un échantillon d'anhydrite de la collection de l'École des Ingénieurs au Valentino de Turin et indiqué comme provenant des Allues (glacier de Gébroulaz) près Moutiers (*Att. R. Accad. Torino* 35. 1869 et XII. 59. 1876); ce n'est qu'en 1887 que M. A. Sella, le fils de l'illustre minéralogiste auquel ce minéral est dédié, put le retrouver en place (*Accad. Lincei* CCLXXXIV. 1887); il l'a rencontré au glacier de Gébrou-

laz près du Chalet du Saut, là où le commencement de la moraine forme une cime plus élevée (Roc du soufre).

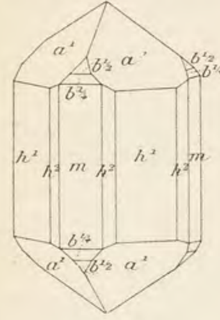


Fig. 1.
Sellaïte de Gebroulaz.

La sellaïte se trouve dans l'anhydrite avec des cristaux de dolomie, de la giobertite (voir tome III) du soufre, de la fluorine, de l'albite, du quartz et de la célestite ; elle est parfois engagée dans le soufre.

Les cristaux de sellaïte sont de petite taille, allongés suivant l'axe vertical, parfois fibreux ; ils sont souvent brisés ne présentant que mh^1, h^3 ; la combinaison de formes la plus commune est h^1 m a^1 et $b^{1/2}$, avec prédominance de a^1 sur $b^{1/2}$ (fig. 1). Les autres formes sont associées aux précédentes, généralement en petit nombre sur un même cristal.

ATACAMITE

$Cu^2 Cl H^3 O^3$

Orthorhombique $mm = 113°3'$.

$b : h = 1000 : 626,840$. $D = 834,130$. $d = 551,577$

[$a : b : c = 0,66126 : 1 : 0,75149$ (Zepharovich-Klein)]

Macles. Macles suivant m (110).

Formes observées. m (110), e^1 (011).

Les angles suivants ont été mesurés sur de petits cristaux de la vallée du Diahot.

	Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés	Angles mesurés		Angle calculé
mm	113° 3'	113° 0'	*$e^1 e^1$ sur p	106° 9'	106° 4'	*$e^1 b^{1/2}$	137°45'

Faciès des cristaux. Les cristaux d'atacamite sont allongés suivant l'axe vertical, leurs faces prismatiques sont striées parallèlement à leur intersection mutuelle. L'atacamite se présente plus souvent sous forme d'agrégats cristallins, constitués par des aiguilles enchevêtrées, ou en masses fibreuses, granulaires, enfin sous forme de sable cristallin.

Clivages. Clivage g^1 (010) parfait. Traces de clivages difficiles suivant a^1 (101). Cassure conchoïdale.

Dureté. 3 à 3,5. Fragile.

Densité. 3,75 à 4,31.

Coloration et éclat. Vert de diverses nuances, allant du vert émeraude presque noir au vert clair. Éclat adamantin ou vitreux. Poussière vert pomme. Transparente ou translucide.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100). Bissectrice aiguë négative (n_p) perpendiculaire au clivage g^1 (010). Dispersion $\rho < v$.

2 H = 91° 50′ rouge, 94° 11′ jaune, 100° 23′ bleu (Chili) Dx.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est faible dans les teintes vertes :

n_g = vert d'herbe
n_m = vert jaunâtre
n_p = vert d'herbe plus pâle

Composition chimique. La formule $Cu^2 Cl H^3 O^3$, correspond à la composition suivante :

Cl	16,6
Cu	14,9
CuO	55,8
H^2O	12,7
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, dégage de l'eau et donne un sublimé gris. Sur le charbon, fond en colorant la flamme en bleu azur (feu oxydant) bordé de vert, donne un enduit brun et un autre vert, qui au feu réducteur se volatilise en colorant la flamme en bleu azur. Quand la réduction est complète, on obtient un bouton de cuivre métallique.

Facilement soluble dans les acides.

Diagnostic. L'atacamite peut être au premier abord confondue avec la malachite ou la brochantite. Elle s'en distingue aisément, au chalumeau, par la couleur bleu d'azur qu'elle communique à la flamme qui est au contraire colorée en vert émeraude par les deux autres minéraux. Elle se dissout dans l'acide azotique sans effervescence (distinctif ou avec de la malachite); sa dissolution dans les réactions de chlore (distinctif ou avec de la brochantite dont la solution donne de l'acide sulfurique). Les propriétés optiques sont aussi différentes dans ces divers minéraux.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'atacamite accompagne d'autres minéraux cuprifères et, comme eux, résulte de la décomposition de sulfures cuivreux; on l'a trouvée aussi comme produit récent formé dans des sources thermales.

a) Dans les filons cuprifères.

Nouvelle-Calédonie. — L'atacamite ne se trouve pas dans les gisements cuprifères continentaux français, elle a été rapportée de la Nouvelle-Calédonie où elle accompagne dans la mine Pilou, la malachite, la chessylite, etc. Les échantillons que j'ai étudiés sont constitués par des masses très cristallines à structure miarolitique dans les cavités desquelles s'isolent de petits cristaux allongés suivant l'axe vertical et ne présentant que les faces m (110) et e^1 (011).

b) Dans les sources thermales.

Champagne. — *Haute-Marne.* Dans le puisard des sources thermales de Bourbonne-les-Bains dont il a été question à l'article *panabase*, Daubrée a trouvé des enduits cristallins verts d'atacamite formés à la surface des tuyaux de bronze ayant servi à capter la source à l'époque romaine.

TABLE DES MATIÈRES

DU DEUXIÈME VOLUME

A

B

C

T

U

V

W

X

Z

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS

AVIS AU LECTEUR

Le premier fascicule du tome III et dernier paraîtra à la fin de l'année 1898.

Il comprendra les *oxydes*, les *hydroxydes*, les *azotates* et les *carbonates*.

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS.

Le

Chagrin rouge
tête dorée

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, BAUDRY ET Cie, ÉDITEURS

Paris, 15, rue des Saints-Pères. — Liège, 21, rue de la Régence.

EXTRAIT DU CATALOGUE

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS.





